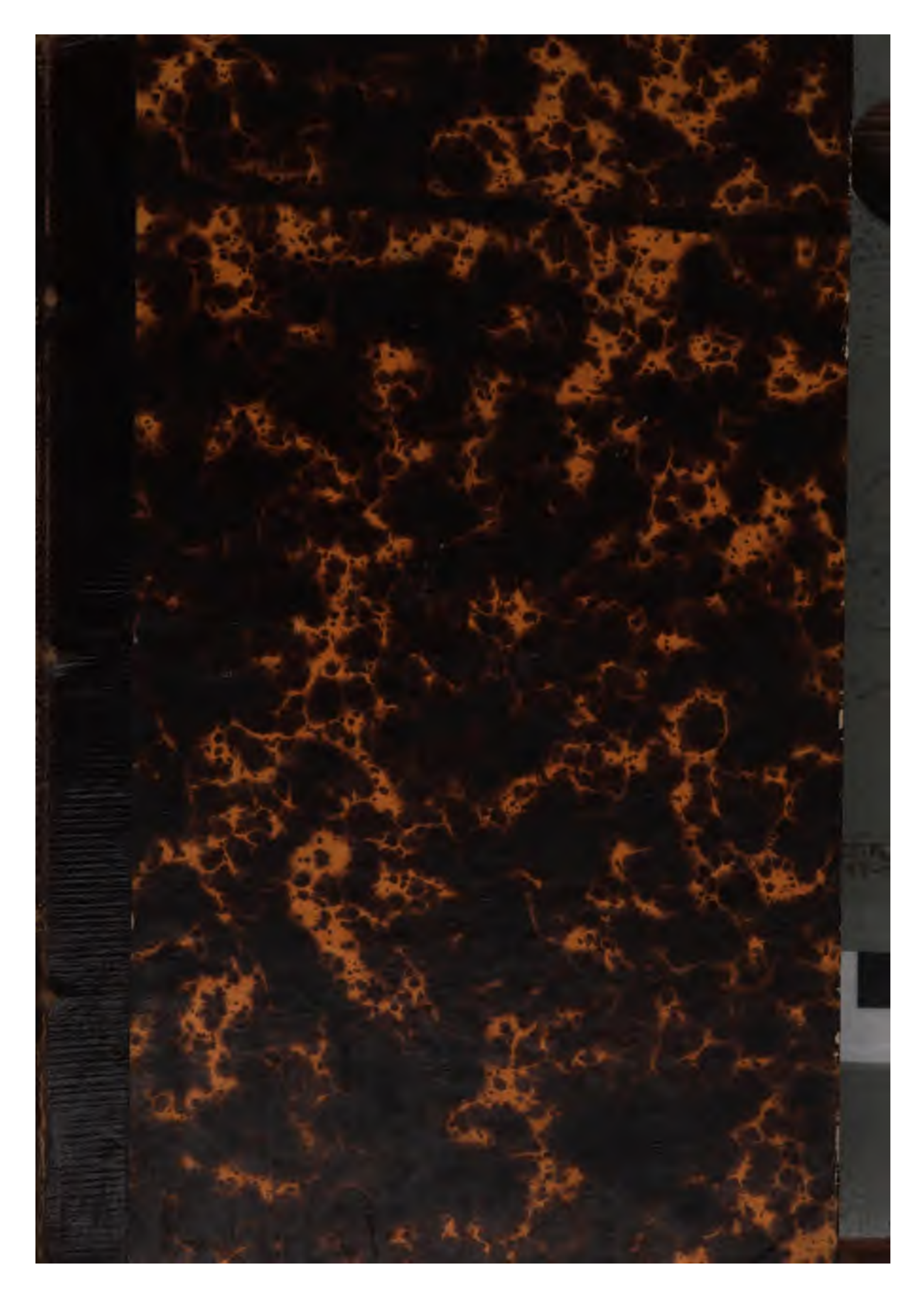
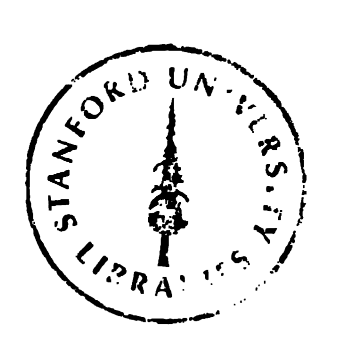








JOURNAL

DES ARMES SPÉCIALES.



JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

RECUEIL SCIENTIFIQUE

Du Génie, de l'Artillerie, de la Topographie Militaire, etc., etc.

PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Par J. CORRÉARD,

Ancien Ingénieur.

CINQUIÈME SÉRIE. — TOME XI. — 31e ANNÉE. — Nos 7, 8 et 9.

Juillet, Août et Septembre 1864.

PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE

J. CORRÉARD, éditeur.

PLACE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 3,

Maison de la fontaine Saint-Michel.

1864

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES

Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU

Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — PREMIÈRE PARTIE

Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 juin, page 389.)

V. DE LA DISTINCTION A ÉTABLIR ENTRE LES DIVERSES DONNÉES RELATIVES A LA DISPERSION, ET DE LEUR USAGE PRATIQUE POUR LA DÉTERMINATION DE LA PROBABILITÉ DE TOUCHER.

Il a été démontré par la voie empirique, dans la 2e section, que l'efficacité pratique d'une arme ne dépend pas immédiatement de la *régularité* de ses trajectoires, mais qu'elle ne peut être évaluée avec quelque certitude qu'au moyen d'une combinaison

des angles de hausse (et des angles d'incidence) avec les dimensions des cônes de dispersion et des surfaces de cible, et en ayant égard aux erreurs probables dans l'estimation des distances.

L'exposé d'une méthode si opposée à la plupart des idées reçues devait, pour permettre un *résumé lucide* de ces relations compliquées, se conclure d'un traitement rigoureusement scientifique appliqué à la recherche de la « probabilité de toucher, » et cela était d'autant plus facile que dans l'exemple spécial qu'on avait choisi on possédait des matériaux d'expérimentation très-complets.

Nous allons tenter maintenant, dans les lignes qui vont suivre, d'exposer le côté purement scientifique de la question aussi clairement et aussi brièvement que possible dans ses résultats les plus importants, et d'en tirer les conséquences qui ont une valeur réelle pour l'étude pratique des armes à feu portatives.

Nous nous appuierons pour cela sur le travail classique du colonel Didion qui a appliqué pour la première fois (en faisant un emploi raisonné des travaux antérieurs de Poisson, Laplace, Taylor et autres) le « calcul des probabilités au problème du

tir » (1) d'une manière aussi complète que facile à saisir; mais nous aurons égard en même temps aux idées et aux méthodes consacrées par la pratique dans les grandes armées. Dans le cas présent où il s'agit spécialement des armes à feu portatives, non-seulement on peut considérer le diamètre de la balle comme un point en raison de sa petitesse, mais, en outre, les données expérimentales se font remarquer par un caractère particulier.

La position du point t rapportée au point T (pl. III, *fig.* 50 *bis*) se détermine à l'aide des quantités x et y qu'on nomme *écarts horizontal et vertical;* on en conclut l'*écart absolu* $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, ou réciproquement $x = \sqrt{r^2 - y^2}$.

Quand il faut déterminer pour x, y et r les moyennes de n valeurs différentes fournies par l'observation (dans notre cas, ces valeurs sont le résultat de n coups tirés), on a

L'écart moyen horizontal $H = \frac{\Sigma x}{n}$

» » vertical $K = \frac{\Sigma y}{n}$

» » absolu $L = \frac{\Sigma \sqrt{x^2 + y^2}}{n}$

(1) *Calcul des probabilités appliqué au tir des projectiles*, par Didion. Paris, Dumaine, 1858.

Ces « écarts moyens » qui représentent ainsi tout simplement la moyenne arithmétique de toutes les observations isolées, ne peuvent pas être employés immédiatement au calcul de la probabilité de toucher. Il est plus sûr d'employer pour cela les *écarts moyens quadratiques* ou *écarts moyens arés* que voici :

L'écart moyen quadratique hor' $h = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n}}$

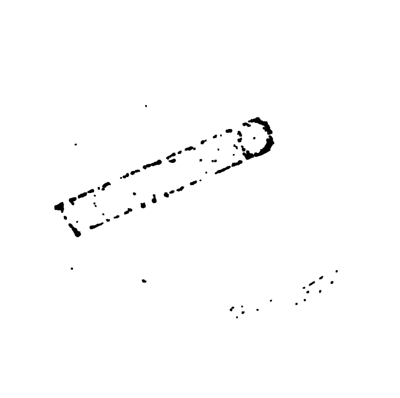
» » » vert' $k = \sqrt{\frac{\Sigma(y^2)}{n}}$

» » » absolu $l = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)+\Sigma(y^2)}{n}}$

D'après cela l est l'hypothénuse du triangle rectangle dont h et k sont les côtés, mais la même relation n'a pas lieu entre L, H et K. Les écarts moyens H et K sont les côtés d'un triangle dont l'hypothénuse serait l'*écart moyen géométrique*

$$G = \frac{\sqrt{(\Sigma x)^2 + (\Sigma y)^2}}{n}$$

Cette quantité G à laquelle on a égard par exemple dans l'Aide-mémoire français, est en général



$$h = k = \frac{l}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \,.\, L = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \,.\, H = 0{,}7071, \text{ (1)}$$

$$H = K = \frac{2}{\pi} L = \frac{l}{\sqrt{\pi}} = \frac{G}{\sqrt{2}} = 0{,}5641.$$

Il suffit donc de connaître l'une de ces quantités pour pouvoir déterminer, au moins approximativement, toutes les autres à l'aide des nombres connus $\sqrt{\pi} = 1{,}77245$ et $\sqrt{2} = 1{,}4142$.

Mais il reste encore à considérer une des données relatives à la dispersion (et certainement la plus importante de toutes dans la pratique), savoir le rayon d'un cercle décrit du point T comme centre et renfermant le noyau intérieur du disque de dispersion, noyau composé de la meilleure moitié de tous les coups tirés.

Ce rayon n'est autre chose que l'écart absolu avec l'indice $\frac{n}{2}$ ou $\frac{n}{2} + 1$ suivant que n est pair ou impair, c'est-à-dire si par exemple $n = 50$ ou 51, la valeur qui occupe le 25[e] ou le 26[e] rang parmi toutes celles de cet écart rangées *par ordre de gran-*

(1) Comme on a supposé $h^2 = k^2 = \frac{l^2}{2}$, on a aussi $h = k =$ sin. 45° = cos. 45° = 0,7071 pour le rayon 1. On obtient la même valeur pour H et pour K, quand on pose G = 1.

deur. On peut donc, ou bien déduire immédiatement le rayon de dispersion d'une liste des coups rangés dans l'ordre de leur éloignement du but, ou bien le déterminer sur la figure de la cible en comptant la moitié des coups à partir du point central de leur ensemble. On peut déjà remarquer ici que ce dernier procédé est, dans la plupart des cas, le seul applicable dans la pratique aux armes à feu portatives. Mais ce rayon est naturellement aussi en relation avec les autres données de la dispersion et peut en être déduit *quand tous ou presque tous les coups tirés arrivent directement dans la cible*. En effet, pour un cercle de rayon R_q qui renferme un nombre q de tous les coups tirés on a (quand $h = k$) les formules :

$$R^q = l \sqrt{\text{log. nat. } \frac{1}{1-q}}$$

$$= h \sqrt{2 \text{ log. nat. } \frac{1}{1-q}}$$

$$= H \sqrt{\frac{2}{\pi} \text{ . log. nat. } 1-q}$$

D'après cela le rayon $R\,1_{0,5}$ du cercle qui renferme la moitié des coups

$$= l. \sqrt{\text{log. nat. } \frac{1}{0,5}} = l \sqrt{\text{log. nat. } 2} = l. \sqrt{0,6931} = 0,8325.\, l;$$

d'où il résulte que cette quantité vient se placer dans la liste précédente entre L et G et peut servir au calcul approximatif de ces deux données ainsi qu'à celui de toutes les autres.

Le choix pratique et la fixation réelle des différentes données relatives aux écarts et à la dispersion sont plus importants encore que leur définition mathématique exacte et les formules qui servent à déduire les unes des autres.

Il est évident de soi-même que la détermination précise du point d'impact moyen T doit être exigée comme condition première indispensable du calcul exact des valeurs de H, K, L, h, k, l, G et R.

Ce point de départ de tout le calcul (le point d'intersection des axes coordonnés horizontal et vertical, sur lesquels se comptent les x et les y) est le point de la cible pour lequel la somme des carrés de tous les écarts absolus moyens c'est-à-dire $\Sigma\,(L^2)$ est un minimum. C'est le *point d'application de la résultante*, quand on considère tous les coups comme des forces égales et parallèles agissant con-

tre la cible, et la trajectoire normale comme la force moyenne capable de les remplacer ou comme leur résultante.

Lorsque *tous les coups sont observés*, c'est-à-dire lorsqu'ils arrivent directement dans la cible verticale ou qu'on peut se les figurer en des lieux déterminés de son prolongement, il n'est rien de plus simple que de déterminer le point d'impact moyen T avec une exactitude suffisante. Il suffit pour cela de déterminer les n valeurs de H et de K par rapport à deux lignes, l'une horizontale et l'autre verticale (ordinairement celles qui partagent la cible en deux parties égales) et de tirer la moyenne arithmétique des sommes algébriques des deux valeurs pour obtenir l'abcisse et l'ordonnée du point d'impact moyen rapporté au point d'intersection des lignes précédentes (ordinairement le but). L'ordonnée moyenne y est alors égale à $\frac{\Sigma K}{n}$ et l'abcisse moyenne x à $\frac{\Sigma H}{n}$.

Dans le tir des armes portatives il est impossible, tant à cause de la petitesse que de la grande quantité des balles, de déterminer les points où elles vont frapper le terrain avec assez de certitude pour pouvoir faire entrer les *coups perdus* dans le *calcul*

du point d'impact moyen ; les idées que représentent en artillerie les mots : dispersion en longueur, portée moyenne, etc., n'ont donc pas de signification pratique quand il s'agit d'armes portatives ; les coups directs arrivés dans la cible peuvent seuls être utilisés pour ce calcul, car l'introduction de valeurs conventionnelles pour les coups perdus conduirait aux erreurs les plus grossières.

Il en résulte ce fait évident que, dans la détermination du point d'impact moyen d'abord, et ensuite dans le calcul de toutes les données relatives à la dispersion, on s'écarte toujours plus de la vérité à mesure que le nombre des coups perdus va en augmentant ; dès lors, tout le soin qu'on peut apporter au calcul n'a plus en lui-même que peu ou point de valeur. Ainsi, par exemple, il résulte de l'examen d'une figure de cible complète que nous avons sous nos yeux, que l'erreur, quand la proportion des coups perdus est de 15 ou 20 0/0 peut déjà monter au tiers des valeurs réelles et que si cette proportion est plus grande encore, elle peut avoir pour suite une différence bien plus grande entre les vrais résultats et ceux qu'on obtient par le calcul.

Dans les épreuves de tir importantes, comme



avec le centre de figure, d'où résulte également la coïncidence de la trajectoire « moyenne calculée » et de la trajectoire « moyenne observée » avec l'axe du cône de dispersion.

Or, il suffit (comme il est facile de s'en convaincre par des exemples empruntés à la pratique), pour que cette coïncidence puisse être admise avec une certitude suffisante, que le nombre des coups tirés soit *raisonnablement grand* (15 ou 20 0/0 par exemple de la distance exprimée en pas (1) ; les différences que l'on néglige ainsi *disparaissent* devant les erreurs qu'une figure de cible incomplète amène inévitablement dans le calcul du point d'impact « moyen. »

Si donc cette supposition peut être considérée comme juste, le nombre total *n* des coups sera

(1) Cette proportion est déjà *plus* que suffisante pour les grandes distances (120 ou 160 coups à 800 pas). Pour les distances les plus rapprochées, avec de bonnes armes, le groupement des coups devient si serré, les différences entre toutes les grandeurs observées si petites que la proportion de 15 ou 20 °/₀ suffit encore pleinement pour l'ordinaire. Néanmoins on peut, dans ce cas, tirer *plusieurs* séries semblables rapidement l'une après l'autre en changeant le point visé, puis en faire réunir les résultats sur une figure de cible commune.



JOURNAL

DES ARMES SPÉCIALES.

sont ensuite attribués à la partie correspondante de la cible, et dans le décompte des écarts verticaux et latéraux, on les introduit dans le calcul en omettant pour les premiers les erreurs dans le sens latéral, et pour les seconds les erreurs dans le sens vertical (de sorte que chaque fois on n'emploie que la moitié des données fournies par les coups perdus).

Plusieurs auteurs prétendent, mais en cela ils se trompent complètement, que ce procédé de compensation peut conduire aux mêmes erreurs que l'introduction de valeurs déterminées pour les coups perdus. Toute la méthode au contraire repose sur cette idée parfaitement juste et toute pratique, qu'il s'agit seulement de déterminer *quelle partie du cône de dispersion* (relativement à son axe) *tombe sur la cible*, puisqu'il n'y a pas d'autre moyen de déterminer avec quelque certitude le lieu du point d'impact moyen.

Lorsque, comme cela arrive fréquemment aux grandes distances, une quantité considérable, 40

tireur qui appuie son arme sur un sac à terre (préférable à un support ou à un affût) et que les coups *ne doivent pas* être contrôlés et relevés un à un, mais seulement *à la fin de chaque série complète.*

ou même 60 0/0, de la totalité des coups a passé principalement près d'un des côtés de la cible ou près de deux côtés adjacents et que le point d'impact moyen conclu du dénombrement des coups se trouve conséquemment situé tout près du bord, la détermination du rayon de dispersion $R_{0,5}$ offre encore une voie (c'est même la seule) pour arriver à la vérité. Car lors même qu'on ne pourrait construire qu'une moité ou même seulement un quart du cercle intérieur de dispersion (contenant 25 ou bien de 12 à 13 0/0 de tous les coups), la différence entre la partie construite et l'autre moitié ou les trois autres quarts est infiniment moindre que les erreurs tout à fait grossières dans lesquelles on tomberait en appuyant le calcul des données de la dispersion uniquement sur les coups arrivés dans la cible.

Mais quand on a déterminé le point d'impact et le rayon en dénombrant avec soin les coups bien observés pendant une épreuve de tir, on peut calculer en toute assurance les autres données de la dispersion en fonction de $R_{0,5}$ à l'aide des formules indiquées.

D'après tout ce qui vient d'être dit, on comprendra facilement que nous attribuions partout dans

notre livre la plus grande importance au cône de dispersion et à son rayon, et que nous y ayons égard dans toutes les recherches importantes (comme nous l'avons fait dans la 2e section).

Le procédé à suivre dans les épreuves est également indiqué très-clairement. Toutes les dispositions doivent avoir pour but de faire connaître la position et l'étendue de la gerbe de dispersion, ce qui s'obtiendra en portant son noyau sur la cible et en classant exactement dans les quatre catégories indiquées les coups qui passent en dehors de la cible. En général le rayon de dispersion se distingue essentiellement des autres données de même espèce en ce qu'il n'est modifié que par le nombre et non par la position de ces coups extérieurs. La dispersion propre à divers modèles d'armes est caractérisée par des modifications particulières du rapport de grandeur qui existe entre l et R. Mais les quantités dont ce rapport s'écarte du rapport *théorique* ne sont jamais très-considérables, on peut donc déduire l de R avec une certitude suffisante.

La *probabilité de toucher* dans une surface de cible déterminée peut être ou bien déterminée empiriquement, soit par la construction soit par le

dénombrement des coups quand on possède une figure de cible ou une liste des coups suffisamment complètes, ou bien déduite, par le calcul, de la valeur de l quand l'observation exacte n'embrasse qu'une moindre partie des coups.

Nous donnons pour cela les indications suivantes sous la forme la plus commode.

Suivant que l'on prend l ou h pour unité, on a pour le rayon du cercle contenant :

	1	10	20	30	40	50 % de tous les coups.
R =	0,1	0,322	0,472	0,592	0,712	0,8325. l.
=	0,14	0,456	0,667	0,844	1,010	1,176. h.
	60	70	80	90	95	99 % de tous les coups(1)
R =	0,957	1,097	1,268	1,517	1,731	2,146. l.
=	1,354	1,552	1,795	2,146	2,447	3,034. h.

On a en outre (quand $l = 1$).

les rayons	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0 l.
pour les cercles contenant :						
	1	3,9	8,5	14,7	22	63,2 0/0 de tous les coups.

Le cercle de rayon h en renferme 39,36 0/0; le rayon $3h$ peut être considéré approximativement comme celui du cercle qui contient tous les coups.

(1) D'après la nature même de la formule dont on a déduit ci-dessus la valeur de R, le rayon du cercle contenant 100 % des coups ne peut naturellement pas être calculé.

Si l'on pose $R_{0,5} = 1$ on obtient pour les rayons des

La probabilité de toucher dans un *but de forme circulaire* peut (de même que le caractère du groupement des coups) se déduire des nombres précédents pour la plupart des cas qui se présentent dans la pratique. Si l'on considère, par exemple, la tête d'un homme comme un cercle de 10 cm. de rayon, on pourrait encore obtenir (en négligeant les erreurs de vacillation, etc.) pour un écart moyen quadratique $l = \frac{10}{0,472}$ ou $\frac{10}{0,592} = 21,2$ ou $16,9$ cm. 20 ou 30 0/0 environ des coups dans un but de cette nature. Ces valeurs de l correspondent pour une bonne arme, à peu près aux distances de 200 ou de 300 pas (150 ou 225 environ dans la pratique). Réciproquement on peut, pour des valeurs données de l et de h, déduire de l'aperçu précédent les valeurs approchées correspondantes des nombres de coups pour cent qui atteignent dans diverses surfaces de cercle. Enfin on tirera de là les valeurs de l et de h correspondant aux

cercles contenant 90, 95, 99 °/₀ des coups les valeurs 1,82, 2,07, 2,57 — qui s'accordent avec notre supposition des sections I et II en vertu de laquelle 90 ou 96 °/₀ des coups sont ordinairement renfermés dans un cercle dont le rayon est égal à 2, et tous les coups à peu près dans un cercle dont le rayon varie entre 2 et 3.

rayons qu'on aura trouvés pour les cercles contenant 10, 20, 30, etc. 0/0 des coups.

De *petits carrés* dont le côté ($=2S$) ne surpasse pas beaucoup la grandeur $\sqrt{\pi}$. $l = 1,77$. l embrassent à peu près autant de coups que les cercles de même surface ayant pour rayon $\frac{2S}{1,77}$. Les carrés plus grands renferment moins de coups que les cercles de même surface; le carré $(2S)^2 = l^2_\pi$, par exemple, n'en renfermera que 60,8 0/0 (tandis qu'il y en aura 63,2 0/0 dans le cercle l^2_π). Dans la pratique, si un carré ayant pour côté les $^9/_{10}$ du diamètre d'un cercle renferme autant de coups que ce cercle, c'est tout ce qu'on peut demander.

On obtient en outre les nombres suivants de coups pour cent :

Dans le cercle dont le rayon est			Dans le carré dont le demi-côté est		
h	l	$R_{0,5}$	h	l	$R_{0,5}$
39,3 %	63,2 %	50 %	46,5 %	71,0 %	53,6 %.

Si l'on pose $h = 1$, il arrive dans un carré dont le demi-côté est :

0,5	0,75	1	1,5	3. h	
14,6 %	29,8 %	46,5 %	75,1 %	99,5 %	des coups.

Pour $l = 1$ on obtient dans un carré dont le demi-côté est :

0,5	0,75	1	1,5	3. l.
27 %	55 %	71 %	93 %	99,9 %.

On se sert pour calculer le nombre de coups pour cent qui arrivent *dans un rectangle* dont les demi-côtés sont S et S' de la formule de Didion :

$$P = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{s}{l}} e^{-t^2} dt + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{s'}{l}} e^{-t^2} dt$$

dans laquelle on suppose $h = k = \frac{l}{\sqrt{2}}$. Si l'on désigne l'intégrale précédente par l'expression $\varphi(\alpha)$ dans laquelle l'argument α de la fonction $= \frac{s}{l}$ ou $\frac{s'}{l}$, on a pour la probabilité du tir dans le rectangle $\varphi\left(\frac{s}{l}\right).\varphi\left(\frac{s'}{l}\right)$ et dans le carré $\left[\varphi\left(\frac{s}{l}\right)\right]^2$.

Didion donne à la fin de son livre un résumé tabulaire de toutes les valeurs de $\varphi(\alpha)$ entre les limites $\alpha = 0{,}01$ et $\alpha = 3$, c'est-à-dire commençant pour une cible dont la demi-largeur ou la demi-

hauteur n'est que de $^1/_{100}$ de l et s'étendant jusqu'à la valeur qui correspond à une cible haute ou large de $3l$, dimension qui, aux plus grandes distances, ne se rencontre ordinairement qu'en largeur (1).

Nous donnons, pour terminer, un exemple d'un calcul de ce genre, exemple dans lequel on trouvera en même temps l'explication du procédé à suivre pour la déterminatien du point d'impact moyen quand ce dernier est situé *en dehors de la cible.*

(1) Dans le manuel des officiers d'artillerie prussiens ainsi que dans la balistique de Roerdansz, la seule donnée indiquée pour la détermination de la probabilité de toucher est le coefficient 0,8453... par lequel on doit multiplier les écarts moyens de dispersion (H ou K ou tous deux à la fois) pour obtenir les dimensions d'un but qui contiendrait 50 °/₀ des coups. Ce coefficient s'interprète de la manière suivante. Puisque $H = 0{,}5641 . l$, la largeur de cible $s = 0{,}8453 . H = 0{,}4769 . l$ et $\frac{s}{l} = 0{,}4769 = \alpha$ pour $\varphi(\alpha) = 0{,}5$. Pour les lecteurs qui veulent employer l'ouvrage de Didion, nous signalons deux fautes d'impression que nous y avons remarquées et qui nuisent à l'intelligence du calcul. Dans la première table, pag. 48, il faut poser $m = \frac{s}{2h}$ pour que cette table donne la vraie valeur; plus loin, pag. 50, lig. 6, à partir du bas, il faut lire : « demi-somme des deux probabilités. »

Nous avons trouvé par la voie empirique (table de la page 66, section II. A.) que le fusil d'infanterie russe mettrait encore à peu près 26 coups directs à 700 pas dans 5 ou 6 surfaces d'homme (une cible de 170 cm. de haut et d'environ 300 cm. de large), en prenant $R_{0,5} = 99$ et supposant une erreur d'estimation de 50 pas (le point d'impact T' situé trop bas à 131,7 au-dessous du but, c'est-à-dire à $131,7 - \frac{170}{2} = 46,7$ cm. au-dessous du bord inférieur HH de la cible (*fig.* 17).

De $R_{0,5} = 99$ il résulte $l = \frac{99}{0,8325} = 119$ cm. Nous admettons que la cible (en conservant la largeur de 300 cm.) soit prolongée vers le bas, jusqu'en T' (*fig.* 17) et nous déterminons les coups efficaces sur cette surface $\left(\frac{F}{2}\right)$ de $131,7 + 85 = 216,7$ cm. de hauteur (S') et de 300 cm. de largeur ($2S$) en calculant la probabilité d'atteindre dans la cible totale F ayant T' pour point central (hauteur 2. 216,7 cm., largeur 300 cm.) et divisant ensuite le résultat par deux.

La probabilité pour F est $\varphi\left(\frac{150}{119}\right) . \varphi\left(\frac{217}{119}\right) = 0,9252 . 0,9900 = 91,5$ %; donc pour $\frac{F}{2}$, 45,7 %. Si nous désignons par $\frac{F'}{2}$ la surface entre T' et le bord inférieur HH de la cible (fig. 17), la hauteur

S est 46,7 ; la largeur $2S' = 300$ cm., et la probabilité pour $F^1 = \varphi\left(\frac{150}{119}\right) \cdot \varphi\left(\frac{46,7}{119}\right) = 0,9252$. $0,4206 = 38,9$ %; donc pour $\frac{F^1}{2}$ elle est $= 19,4$ %; et pour la cible réelle $45,7 - 19,4 = 26,3$ %.

Dans ce calcul on n'a pas tenu compte, à la vérité, des erreurs de visée et de vacillation. Nous avions admis dans la 2me section (pag. 62) que par suite de la vacillation (dans un cercle de 70 cm. autour du but) 77 % environ des coups sont renfermés dans un cercle dont le rayon est de 99 + 70 = 169 cm.

De $R_{0,77} = 169 = l\sqrt{\text{log. nat. } \frac{1}{0,23}}$,
on tire $l = 139,4$ cm. D'après cela la probabilité de toucher $= \varphi\left(\frac{150}{139,4}\right) \cdot \varphi\left(\frac{217}{139,4}\right) = 84,6$ % pour F; donc pour $\frac{F}{2}$ elle est 43,3 %; pour F^1 la probabilité $= \varphi\left(\frac{150}{139,4}\right) \cdot \varphi\left(\frac{46,7}{139,4}\right) = 31,7$ %; donc pour $\frac{F^1}{2}$ elle est 15,85; et sur la cible réelle 43,3 — 15,85 = 27,45 %.

Nous avions trouvé par la voie empirique la proportion de 26 coups efficaces (28 avec le ricochet) sur la cible considérée. Les calculs précédents et d'autres semblables montrent maintenant : 1° comment un tel calcul donne des résultats qui

sont en général assez d'accord avec ceux qu'on obtient au moyen de considérations empiriques fondées sur un ensemble d'épreuves certaines; 2° comment on s'assure par le calcul aussi bien que par notre procédé si simple de la 2me section, que pour des positions anormales du point d'impact le nombre des coups efficaces va en augmentant avec la dispersion, en deçà de certaines limites; 3° que l'on ne peut attribuer une influence très-importante dans la pratique aux erreurs de vacillation en général, et en particulier aux *grandes* distances, dès que ces erreurs varient entre des *limites restreintes*.

L'influence de la « vacillation » sur le groupement des coups varie naturellement avec le rapport de grandeur qui existe entre ces erreurs et la dispersion moyenne. Comme le cône de dispersion est limité par des courbes divergentes, tandis que les erreurs de vacillation croissent simplement en proportion des distances, et se compensent en outre à un certain degré entre elles, il s'en suit que les résultats de précision dépendent de l'exactitude de la visée à un degré plus élevé pour les faibles distances que pour les grandes (ce qui est en contradiction avec maint préjugé fort ré-

pandu). Nous avons en conséquence fait remarquer déjà dans le premier volume que pour le tir à main libre (comparé au tir exécuté en appuyant l'arme), les chances deviennent *plus favorables* à mesure que la distance augmente.

Déjà à toutes les distances moyennes (et même aux distances très-rapprochées avec les armes à *dispersion considérable*), un tireur qui maintient ses erreurs de visée et de vacillation dans les *limites moyennes* que nous avons posées (1), ne sera pas sensiblement inférieur au plus fin tireur dès qu'il tireront tous deux *un nombre considérable* de coups.

Nous avons montré, dans le 1er vol. également, que la faiblesse extraordinaire des résultats des nouvelles armes sur le champ de bataille ne doit pas être attribuée à la manière *imparfaite* dont vise la troupe; mais plutôt à ce fait évident que les hommes mal exercé, et affaissés physiquement et moralement par leur pesant équipement, ont cou-

(1) Le capitaine du génie suisse *Burnier*, dans son intéressant traité sur le fusil-Prélat-Burnand, fixe à 0,0020 de la distance les erreurs de vacillation que nous avons évaluées à 0,0014 de cette même distance dans la 2e section. La différence n'est pas considérable pour une quantité aussi difficile à apprécier.

tume de ne pas viser *du tout* sur le champ de bataille. Les conditions du vrai progrès résident donc dans les trois points principaux suivants : 1° obtenir les trajectoires les plus tendues possible (par conséquent les règles les plus simples pour viser) même aux dépens de la dispersion ; 2° exercer continuellement la troupe au tir à balles, et particulièrement aux feux de masse ; 3° alléger l'équipement du soldat !

Si l'on veut exécuter convenablement les épreuves de tir et en comparer avec le plus de certitude possible les résultats à ceux des expériences faites ailleurs, il faut encore remarquer ce qui suit. Comme l'écart absolu moyen L n'exprime en réalité pas autre chose que le rayon d'un cercle en dedans ou en dehors de la périphérie duquel chaque coup distinct a une égale probabilité d'arriver, L ne diffère pas beaucoup en général de la quantité $R_{0,5}$, laquelle exprime à proprement parler un minimum du rayon de ce cercle et se rapproche à son tour beaucoup de la valeur G. Le rapport théorique de ces trois grandeurs ne se présente naturellement pas toujours clairement, quand chacune d'elles est déduite séparément de la figure de la cible ; on reconnaît seulement en général

qu'elles approchent sensiblement de l'égalité quand tous ou *presque* tous les coups ont été observés. Dès que le nombre des coups perdus augmente $R_{0,5}$ s'éloigne considérablement de G et de L, quand ces dernières quantités sont déterminées uniquement à l'aide des coups efficaces, ainsi qu'on le voit par les tables hollandaises de la 4me section (où L est désigné sous le nom d'écart moyen).

Il faut donc toujours en revenir à la valeur de $R_{0,5}$ qui offre toute garantie, et la base la plus certaine qu'on puisse donner à tous les calculs et à toutes les comparaisons est une détermination exacte de cette quantité à partir du point d'impact moyen observé.

Là où il s'agit principalement de la détermination de l'angle de hausse, il est particulièrement utile de déduire ce point d'impact moyen d'un dénombrement des coups perdus opéré à l'aide d'observations très-exactes. Il est dans la nature de l'arme à feu portative de fournir, par suite d'irrégularités de l'expansion ou de la compression de la balle, des trajectoires isolées fort anormales, et c'est précisément le procédé dont nous parlons qui fournit le moyen d'en tenir compte de la ma-

nière la plus exacte, c'est-à-dire de diminuer le plus possible leur influence sur la détermination du point d'impact. Du reste il ne faut pas attribuer une valeur considérable à une *petite* différence dans la position des points d'impact moyens calculé et observé (statique et géométrique) aux grandes distances, puisque la moindre variation atmosphérique produit ordinairement de bien plus grandes altérations dans l'angle de hausse.

Si l'on peut conclure du caractère de la figure de la cible et de la répartition des coups perdus, que le *noyau* de la gerbe totale de dispersion est situé dans la cible, on arrivera par le dénombrement ou par le calcul à des résultats dont la différence n'aura qu'une faible importance en comparaison des erreurs inévitables de l'expérimentation. Mais dans le cas contraire, quand on n'obtient dans la cible qu'une portion de la zone extérieure du cône et que l'axe de ce dernier passe en dehors, on diminuera autant que possible (dans le cas où l'épreuve ne pourra être renouvelée) l'inexactitude inévitable dans la détermination des données de la dispersion, en cherchant à compléter exceptionnellement le nombre de coups nécessaires au dénombrement par l'introduction

de quelques coups de ricochet ou de quelques-uns ayant donné trop haut qu'on évaluera approximativement.

La comparaison avec les résultats d'observations étrangères présente la plus grande difficulté, quand on ne peut pas tirer des données qu'ils fournissent des indications exactes sur la position du cône de dispersion, parce que ces données n'indiquent que les nombres de coups pour cent, ou les quantités relatives à la dispersion qui se calculent uniquement au moyen des coups efficaces, et non les valeurs de $R_{0,5}$ qui se rapportent au point d'impact moyen observé. Dans ce cas il ne reste d'autre moyen que de déduire les quantités l et $R_{0,5}$ de la probabilité d'atteindre certaines surfaces, puisque cette probabilité est donnée ; jamais du moins on ne déterminera par-là une valeur *trop petite* pour l, et ce procédé peut se justifier par la considération que la position anormale possible du point d'impact, (si elle ne s'exprime pas plus exactement), se traduit en un agrandissement des données de la dispersion déduites uniquement des nombre de coups pour cent, de sorte qu'on peut du moins déterminer à l'aide de ces données un minimum pour l'efficacité réelle des armes que l'on

examine. On doit naturellement toujours supposer que les vrais pour cent ne se rapportent qu'à une cible dont le point moyen se confond avec le centre de la dispersion totale.

Les *erreurs de vacillation* ne peuvent en aucune façon, ainsi qu'on l'a remarqué plus haut, et qu'on l'a déjà mis en lumière dans la 2me section, être traitées comme une augmentation régulière de l'écart moyen, puisqu'il y a toujours une compensation entre ces erreurs dès que la dispersion dépasse un minimum.

Le seul moyen de les évaluer est de répéter les mêmes épreuves en appuyant le canon puis en tirant à main libre. Si l'on n'a pas ce moyen à sa disposition on peut, sans tomber dans des inexactitudes trop grandes, augmenter les valeurs de l, trouvées en appuyant l'arme, de 0,0006 de la distance (de 18 cm. pour 300 m. par exemple) et calculer ainsi la probabilité de toucher dans le tir à main libre pour diverses distances, diverses surfaces de cible et diverses positions relatives du point d'impact.

Pour instruire les officiers et les sous-officiers sur l'usage d'une arme nouvelle, on ne doit pas seulement calculer la probabilité de toucher une

surface de cible déterminée, mais encore dessiner une élévation clairement saisissable des trajectoires et des espaces battus, et joindre à ce dessin une projection horizontale des deux cônes de dispersion pour 50 et 90 % des coups. Sous ces cônes on place de 100 en 100 pas leurs sections transversales de manière que la trajectoire moyenne observée, c'est-à-dire, le centre des deux cercles de dispersion, se confonde avec le point milieu d'un front d'infanterie représenté à la même échelle (l'échelle des ordonnées de la trajectoire). On peut couvrir le cercle intérieur d'une teinte foncée et l'extérieur d'une teinte plus claire, afin de rendre visible l'augmentation de la dispersion, et marquer en outre, dans un endroit convenable du contour, les pour cent calculés pour les nombres de fantassins embrassés dans chaque circonférence. Ces pour cent devront du reste être multipliés auparavant par 0,7 pour tenir compte des vides que laissent entr'elles les cibles vivantes.

La richesse et la variété des matériaux présentés dans les tables de ce livre pour apprécier l'efficacité des armes rayées ne peuvent avoir échappé à nos lecteurs. Nous donnerons encore dans les sections suivantes beaucoup de nouveaux résultats

d'expériences (même pour les armes qui se chargent par la culasse), et nous appelons surtout l'attention sur les sections consacrées aux armes suisses et au fusil Podewils, dans lesquelles les rayons des cercles contenant tous les coups sont aussi donnés d'après l'observation immédiate. Ils sont donnés pour le fusil bavarois pour toutes les distances de 100 en 100 pas, depuis 100 jusqu'à 1000 pas, et tous les écarts moyens et moyens quadratiques sont aussi calculés immédiatement d'après les listes des coups.

VI. Les dernières balles de l'arme a feu portative française.

(*Voir la planche VI.*)

Les résultats fournis par les armes à feu françaises sont liés *surtout* au mode de *construction des balles*, — circonstance qui ressort et *doit* ressortir toujours plus vivement des nouveaux progrès accomplis en France dant l'art de la fabrication des armes, puisqu'on y reste attaché au *gros calibre*.

Déjà les premiers constructeurs français, *Delvigne*, *Thouvenin*, etc. (1), sont partis du principe qu'il ne fallait pas chercher seulement à créer de nouveaux modèles, mais encore à conserver, c'est-à-dire à modifier le matériel existant; ils n'ont donc demandé, en dehors des rayures et de la nouvelle balle, qu'une culasse construite d'une manière particulière qui pût être appliquée aux fusils existants. *Minié* a restreint toute la réforme aux rayures et à la balle et il a ainsi ouvert la voie à l'introduction de l'arme de précision dans toutes les armées ; il était réservé au capitaine *Nessler* de remplacer enfin le lourd projectile composé de deux corps hétérogènes par un projectile évidé sans culot, d'un excellent

(1) On a souvent, sinon toujours, oublié le nom de M. le capitaine d'artillerie *Tamisier*, en citant ceux de ses collaborateurs; c'est une raison de plus pour rappeler ici qu'il a eu la plus grande part aux perfectionnements de la *carabine à tige* et d'ajouter que non-seulement en émettant le premier les deux idées, victorieuses aujourd'hui, du *petit calibre* pour les armes à feu portatives et des *ailettes* qui ont permis l'emploi des rayures pour les bouches à feu, mais encore en les étayant sur des expériences couronnées de succès, il avait suffisamment mérité d'attacher son nom aux modernes réformes de notre armement, mais :

Hos ego versiculos feci, tulit alter honores.

E. T.

service et d'un poids moindre, et de satisfaire ainsi pleinement au principe de la *simplicité*.

Nous avons déjà expliqué à plusieurs reprises comment et pourquoi à mesure que le calibre augmente l'établissement de balles convenables devient de plus en plus difficile ; les détails les plus délicats de la construction qui, pour les petits et les moyens diamètres, n'ont qu'une signification secondaire (comparativement à celle du poids et de la longueur), prennent une importance décisive dès que le calibre est fixé invariablement à 18 mm. environ.

Le gouvernement français se trouve en possession d'un matériel d'armes qui tant par son abondance que par son excellente qualité représente une immense valeur et ne peut par cela même, provisoirement du moins, être mis de côté et remplacé par les nouveaux modèles. A part la construction de l'âme et de la balle, les armes à feu lisses françaises offrent une construction très-simple, très-solide, fondée sur l'expérience de la guerre et éprouvée sur le champ de bataille. Cela est vrai aussi bien pour les rapports de longueur et de poids que pour la baïonnette, la platine, les garnitures et la monture. Au lieu d'adopter des projets

d'armes entièrement nouvelles fondés sur les derniers progrès techniques, on préféra appliquer *autant que possible* ces progrès aux armes de guerre éprouvées, sans rien sacrifier de leur solide simplicité. Sans doute on dut d'après cela renoncer à tous les avantages attachés à une diminution du calibre et augmenter à un haut degré la difficulté du problème de la construction de la balle. On voulait une balle qui, sans dépasser un poids d'environ 36 gr., pût être tirée avec tous les fusils rayés de l'infanterie de la garde et de la ligne et en même temps avec les armes à feu de la cavalerie et de l'artillerie. Mais les calibres de ces armes varient de 17,6 *à* 18,5 *ce qui fait une différence de* 0,9 *mm.*; la balle doit donc, pour laisser encore à l'arme du plus petit calibre un vent *de* 0,4 *mm.* suffisant dans la pratique, avoir un diamètre de 17,2 et permettre, au moins approximativement, une *tolérance de vent comprise entre les limites de* 0,4 *et de* 1,3 *mm.*

Pour satisfaire à cette exigence le projectile cherché devait unir à une grande expansibilité une tenacité suffisante pour résister au déchirement (dans le sens de la longueur), et à l'écrasement (dans le transport), — problème qui, pour ce calibre, ne pouvait être résolu qu'à l'aide d'un évide-

ment polygonal. *Les détails de la construction de la balle ont donc ici une influence tout à fait significative.*

Nous avons dit quelques mots, dans le 1er vol., pag. 128, des modèles de balle du système Nessler et nous donnons maintenant dans la planche VI une représentation tout à fait exacte et complète des *modèles les plus nouveaux* dont les résultats, *avec les armes données,* doivent être considérés comme très-satisfaisants à tous égards.

La balle fig. 1, modèle 1857, pour les fusils rayés d'infanterie, ne pesait que 32 gr. et ne pouvait en conséquence ni fournir les plus hauts résultats de précision du système Nessler, ni offrir une entière garantie contre le déchirement ou la rupture dans les canons d'un calibre inférieur. Mais ces deux conditions sont remplies par :

La balle fig. 3, *modèle* 1863, qui fut introduite en vertu d'une ordonnance du 23 février de cette année, après être entrée déjà dans l'approvisionnement de l'armée du Mexique. La forme modifiée (correspondant au nombre des rayures) de l'évidement, avec une augmentation de poids de 4 gr. seulement — ce qui porte le poids de la balle *à* 36 *gr.* — a donné à ce modèle qui se tire à la

charge de 4,5 gr. une supériorité notable sur le précédent. D'après la dernière comparaison entre les deux modèles, laquelle a eu lieu tout récemment (en juillet et août 1863) au camp de Châlons, cette augmentation de poids de 4 gr. aurait accru les résultats de précision à peu près dans le rapport de 2 à 3.

Le modèle de balle 1863 est destiné d'abord au *fusil rayé de l'infanterie de ligne* (*modèle* 1842 *transformé*), dont voici les dimensions et les poids principaux :

Canon : calibre 18 à 18,5 mm.; longueur 1029; diamètres extérieurs : à l'arrière, au milieu, au guidon et la à bouche 32 — 23,3 — 22,2 — 21,9; poids du canon 1 kilo 900 (sans la culasse et la hausse); 4 rayures égales aux pleins, profondes de 0,2 à 0,3 mm., larges de 7 mm. avec un pas de 2 m. *Monture, platine, garnitures* et *bayonnette* conformes à la construction française généralement connue. *Longueur et poids de toute l'arme* avec ou sans bayonnette : 1872 ou 1410 mm. et 4 kilos 523 ou 4 kilos 200.

Les fusils de ligne français sont donc (surtout *sans* bayonnette) au nombre des armes les *plus longues* et en même temps les *plus légères* de cette

espèce. On sait qu'ils ne portent aucune hausse mobile sur le canon, mais seulement une hausse fixe de 10 mm. de hauteur sur la culasse, donnant le but en blanc à 150 m. et pouvant être employée encore jusqu'à 300 pas (225 m.) environ en changeant convenablement le point visé; aux distances plus considérables, jusqu'à 533 pas (400 m.) on vise au-dessus du pouce de la main gauche que l'on place sur la boucle inférieure en le courbant plus ou moins; au-delà de 400 m. (jusqu'à 600 m. = 800 pas), le tireur cherche à donner à son arme la hausse convenable, partie en glissant le pouce le long du canon, partie en le courbant.

Ce procédé qui est adopté déjà depuis des années pour *tous* les nouveaux modèles (peu différents entre eux) des fusils de l'armée française ne peut être recommandé comme exemple à imiter. Il est évident, et cela est même reconnu en France, qu'il est beaucoup plus convenable d'établir un système de visée *simple* et *facile à comprendre*, au moyen d'une hausse fixe et d'un clapet mobile, que de graver dans la mémoire d'un homme inculte une table de tir aussi compliquée que celle dont l'emploi devient nécessaire en l'absence d'une hausse mobile. Pourquoi renoncerait-on à un *appareil méca-*

nique aussi simple pour y suppléer en augmentant beaucoup *la difficulté d'instruire les hommes?* Les frais qui peuvent bien, il est vrai, s'élever pour un million de fusils à 3 ou 4 millions de francs, ne sauraient être mis en question en présence d'une réforme aussi importante. Mais on s'est convaincu que les canons français (qui ont en général une faible épaisseur) ne supporteraient pas sans danger l'opération de la soudure de la hausse après coup, ce qui pourrait occasionner une augmentation de frais considérable par suite du nombre des armes qui se trouveraient mises hors de service.

Nous avons les avis de juges compétents appartenant à l'armée française aussi bien qu'à l'armée italienne (qui est armée entièrement de fusils français), et d'après leur opinion on peut sans doute obtenir des résultats très-considérables avec des *tireurs exercés sans* hausse mobile, mais les *difficultés de l'instruction* sont en général *fort grandes.* Au fait, on a dernièrement entrepris dans les deux États de nouveaux essais avec des hausses mobiles et l'on en a déjà introduit une en Italie pour une partie des fusils d'infanterie, tandis qu'en France on est encore occupé de la recherche d'un modèle simple,

convenable, d'un prix peu élevé et facile à relier au canon.

Dans les dernières épreuves faites au camp de Châlons, on a obteu les résultats suivants avec des fusils *sans* hausse mis dans les mains de *tireurs distingués* qui tiraient 100 coups à chaque distance :

Distance.	Surface de cible.	Manière de viser.	Coups efficaces directs.
100 M.	2 M. de haut 0,5 » large	au-dessus du cran de mire	90 °/₀
200 »	2 M. de haut 1 » large	situé sur la culasse	88 °/₀
400 M.	2 M. de haut 2 » large	au-dessus du pouce	70 °/₀
600 »	2 M. de haut 2 » large	appliqué sur le canon.	67 °/₀

Ces résultats, très-satisfaisants eu égard à la grosseur du calibre et à la manière de viser, ne peuvent naturellement pas être considérés comme les *résultats moyens obtenus par les troupes*.

Afin de déterminer exactement les angles de hausse pour la balle fig. 3, modèle 1863, on tira quelques fusils avec la hausse mise en place; les hauteurs qu'il fallut donner à cette hausse au-dessus du canon furent pour 200, 400 et 600 m. 13, 27 et 46 mm.

Les diamètres du canon étaient : sous la hausse, 29, sous le guidon, 22,2 mm.; la distance entre la

hausse et le guidon, 810; la hauteur du guidon au-dessus du canon, 6 mm. L'angle de hausse pour 600 m. = 800 pas, est donc de 3° 4′, c'est-à-dire considérablement plus grand que pour les armes d'un calibre plus petit, quoiqu'il faille bien reconnaître aussi que les balles *plus lourdes* de Minié et de Thouvenin exigent quelquefois avec ce calibre des angles de tir *plus grands* encore que ce projectile de Nessler, *plus léger* et parfaitement construit.

D'après l'interpolation exécutée par les moyens graphiques, les hauteurs de hausse pour 400, 450, 500, 550, 600 m. peuvent être évaluées à 27, 31, 35, 40, 46 mm. environ, d'où l'on conclut pour les espaces battus à 800 pas = 600 m. contre la cavalerie ou l'infanterie (2,5 ou 1,8 m. de hauteur), les valeurs d'environ 28 ou 20 m. = 37 ou 27 *pas* (calculées à l'aide de la différence 25′30″ des angles correspondant à 550 et 600 m.), pour un angle d'incidence de 5° 6′. Ces valeurs pourraient, si l'on connaissait plus exactement la courbe, s'élever un peu plus haut, à 41 ou 30 pas peut-être, mais elles restent toujours considérablement au-dessous de celles fournies par le petit calibre.

La balle de 1863 est déjà *presque trop lourde* relativement à l'arme, puisque le rapport de son poids à celui du fusil sans bayonnette est à peu près de 1 : 117 (tandis que ce même rapport est de 1 : 160 et de 1 : 270 pour les cal. 13,9 et 10,5 mm.); elle est néanmoins *tellement légère* relativement à son diamètre, qu'on n'a pu lui donner la solidité nécessaire pour résister à l'écrasement et au déchirement, tout en lui ménageant une expansibilité suffisante, qu'à l'aide de la construction la plus profondément mûrie et qu'on ne pourrait malgré cela employer une forte charge (4,5 gr. = 12,5 p. 100 du poids de la balle). Les *énormes* tolérances exigées pour le vent augmentaient la difficulté de la construction de la balle à un tel degré que l'on ne saurait trop reconnaître le mérite d'avoir résolu heureusement le problème ainsi posé.

La cartouche de l'infanterie de ligne se tire aussi dans les *fusils de la garde,* modèle 1854, qui ne se distinguent guère du fusil d'infanterie ordinaire que par le cal. 17,8 (sans tolérance); les armes à feu portatives de la *cavalerie* et de l'*artillerie* (cal. de 17,5 ou 17,6 à 18,2) tirent aussi la même cartouche (avec une charge convenablement réduite).

et enfin elle peut encore être employée au besoin pour la *carabine de chasseur*, au moins quand le tir a lieu à des distances en deçà de 600 m. Ainsi que nous l'avons montré dans le premier volume, page 152, les résultats normaux avec une telle tolérance doivent avoir lieu pour les valeurs moyennes à peu près. En effet, la balle française n° 3, modèle 1863, donne des résultats assez invariables avec les calibres moyens de 17,8 à 18,2, tandis qu'avec ceux de 17,6 et 18,4, on observe une augmentation *notable* dans la dispersion. Toutefois les résultats avec le calibre le *plus étroit* sont les plus mauvais, parce que l'excès d'expansion et de frottement agit encore plus défavorablement que l'insuffisance du forcement dans le cas du vent porté à sa plus grande valeur.

La *carabine française* (1) avec *yatagan*, — arme des *bataillons de chasseurs*, des *zouaves* et de l'*infanterie de marine*, — est identique avec la *carabine à tige* généralement connue, mais aujourd'hui sa dénomination de « carabine sans tige » rappelle

(1) Le calibre est 17,8 sans tolérance. Longueur et poids avec et sans baïonnette : 183,5 et 126,2 cent.; 5 kilos 280 et 4 kilos 470 ; longueur et poids du canon : 86,8 cent.; 2 kilos 200. *Hauteur du guidon au-dessus du canon* = 6 *mill.*

seule le système autrefois si utile et maintenant complètement abandonné de Thouvenin, à qui cette arme a dû sa naissance. On a enlevé les tiges en 1859, et introduit la balle fig. 2, modèle 1859 pesant 47,5 gr., *avec une charge de 5 gr.*, et cette balle donne des résultats bien supérieurs à ceux de la balle antérieure de même poids (entièrement pleine), de telle sorte que, par exemple, on peut obtenir avec l'ancien angle de tir correspondant à 1000 m. = 1333 pas la portée de 1150 m. = 1533 pas environ. La supériorité de la balle à expansion ressort des nombres suivants, qui expriment en millimètres l'élévation de la hausse au-dessus du canon :

	150	250	350	400	500	600	700	800	900	1000	1100 M.
Balle pleine.	10,0	16,1	21,2	24,3	31,5	39,8	49,2	60,0	72,0	86,0	—
Nouvelle balle à expansion.	10	15	20	25	30	35	42	51	61	71	84

Les diamètres du canon au-dessous de la hausse et du guidon sont 30 et 22,8 ; la distance entre la hausse (hausse verticale à échelle ou à curseur) et le guidon est de 750 mm. ; d'après cela, l'angle de hausse pour 600 m. (= 800 pas), par exemple, est de 2°29'20", tandis que la *balle à expansion hollandaise* du cal. 16,4 mm , pesant 39 gr., exige

2°42' à 612 m., et la *balle-Minié russe* du cal. 17,4 mm. pesant 45 gr., 2°48' à 569 m. La forme de la trajectoire ne peut se calculer, à l'aide des hauteurs de hausse données en nombres ronds, avec une précision suffisante pour permettre d'en déduire exactement les espaces battus. On reconnaît pourtant avec une complète certitude que la trajectoire de cette lourde balle expansive française, M. 1859, est caractérisée *par une inclinaison très-lentement croissante de la branche descendante* (une forme presqu'exactement parabolique), de sorte que les espaces battus sont *beaucoup* plus grands que ceux du fusil d'infanterie français et *à peu près égaux pour les distances entre* 600 *et* 1,000 *pas à ceux des fusils de l'Allemagne du Sud, du cal.* 13,9 *mm.* (qui exigent un angle de tir d'environ 2° pour 800 pas).

Au moyen de l'augmentation considérable de 11,5 gr. dans le poids, le constructeur fut mis à même de donner à la balle une masse mieux en harmonie avec son diamètre et d'employer une charge de 5 gr. sans risque de déchirement (perforation). Cette charge est, à la vérité, *relativement faible* (10,5 pour 100 seulement du poids de la balle), et la balle relativement très-*lourde* ($^1/_{94}$ du

poids de la carabine sans yatagan); on ne pouvait donc pas obtenir une vitesse initiale considérable; mais la masse de la balle étant très-grande et son mouvement progressif étant proportionnellement faible (ce qui fait qu'il n'est ralenti que peu à peu par la résistance de l'air), il en résulte pour la trajectoire, en même temps qu'une très-faible dispersion, une forme approchant de la parabole; dans la comparaison avec les armes de calibre plus petit, on remarque donc, surtout aux *distances rapprochées*, une différence considérable dans les angles de tir et les espaces battus, ce qui a toujours une très-grande importance dans la pratique. En tout cas, le recul est considérable. Dans ces circonstances, il était à désirer que l'on pût alléger encore un peu le projectile de la carabine; le capitaine Nessler a donc tout nouvellement proposé le modèle fig. 4 qui, avec le calibre 17,3, ne pèse que 44 gr., et se tire dans la carabine du cal. 17,8 mm. avec 5 gr. de charge. D'après les expériences faites jusqu'à ce jour, ce modèle fournit des rayons de dispersion encore un peu plus petits, mais des angles un peu plus grands que celui de 1859, et doit bientôt le remplacer.

Nous avons encore quelques mots à ajouter sur

les principes de construction de ces modèles de balle, afin de faire mieux comprendre la pl. VI. Les avantages des *évidements à expansion* à coupe transversale triangulaire, quadrangulaire ou étoilée, ont été discutés dans le premier volume, et se trouvent confirmés pratiquement par les expériences françaises dont on a donné les résultats. L'évidement *quadrangulaire* (fig. 3 et 4) a été préféré au *triangulaire*, parce que les armes françaises ont 4 rayures. Il est vrai qu'il est indifférent pour l'entrée régulière de la balle dans les rayures, que les parties plus minces de son contour correspondent aux rayures ou aux pleins ; et, *quel que soit* le nombre de ces rayures, on obtient une expansion régulière et, par suite, une bonne direction de la balle dans le canon. Mais il est évident que l'adhésion de la balle aux parois de l'âme, — surtout quand le vent est considérable, — sera encore un peu plus facile et plus régulière, si l'on établit en chaque point du contour une proportion constante entre la coupe transversale du canon et celle de l'évidement.

Un autre avantage des évidements quadrangulaires (fig. 3 et 4) réside dans leur coupe longitudinale particulière qui se termine en avant (en haut)

par un angle assez obtus. Par-là, d'une part, l'expansion sera *bornée* davantage à *la partie postérieure* (inférieure) *de la balle,* d'autre part on obtiendra un *choc plus régulier* (dont l'*impulsion* aura lieu *en avant*, dans la direction de l'axe) des gaz de la poudre, ce qui avec la forte cohésion de la balle (contre le déchirement dans le sens longitudinal) ne présente pas d'inconvénient. Ces deux circonstances sont tout en faveur du maintien d'une figure régulière (sans distorsion latérale) de la balle. La cannelure (gorge) indique par sa forme et sa position qu'elle a pour but d'alléger la balle, de faciliter son entrée dans les rayures et d'entretenir la propreté du canon, mais *nullement* d'agir en qualité de ce qu'on nomme « résistance directrice. »

Dans les quatre modèles, *les pointes sont terminées par un tronquement plan*, ce qui facilite beaucoup le coulage (qui se fait par le haut) et n'a pas, relativement à la résistance de l'air, d'influence fâcheuse tant soit peu importante; ceci est surtout applicable aux profils à pointe (fig. 3 et 4), dont un surtout, celui de la fig. 3, se rapproche plus de la forme paraboloïdale que les profils ogivaux tronqués fig. 1 et 2. Ce que nous avons dit dans le premier volume sur la faible influence relative de la forme

plus ou moins pointue des projectiles oblongs se trouve confirmé ici.

La position du centre de gravité des balles fig. 3 et 4 est très-favorale, puisque (d'après la recherche que nous en avons faite sur deux modèles) il est situé à 11,75 et 13,25 mm. de la pointe correspondante, c'est-à-dire à 0,5 mm. *en avant* du milieu de l'axe longitudinal pour la première balle, *au milieu même* de l'axe pour la deuxième et pour toutes deux à 0,25 mm. environ au-dessus de la base de la pointe.

L'état actuel de l'arme à feu portative française, qui a une signification si importante pour toutes les affaires guerrières de l'Europe, peut se résumer à peu près dans les points suivants :

1° *Le fusil d'infanterie, comme arme principale*, se rattache aux formes ainsi qu'aux rapports de longueur et de poids qui avaient déjà été éprouvés avec les fusils lisses comme les plus avantageux sous le rapport de la solidité, de la simplicité et du bon service de guerre. L'ancienne baïonnette solidement fixée à l'aide d'une douille, est encore aujourd'hui l'arme par excellence pour le combat pied à pied, et la Ligne n'en porte pas d'autre à la ceinture. La platine reculée, simple et solide, porte

il est vrai un cran de sûreté, mais il est si peu profond et si rapproché de l'axe de la noix qu'il n'occasionne que peu de réparations. La certitude de l'inflammation est en outre garantie, même dans les canons très-encrassés, par la simplicité de la fermeture de l'âme (culasse ordinaire), le percement direct du canal de lumière et la qualité remarquable des capsules françaises. Le vent *normal le plus faible* du fusil d'infanterie est de 0,8 mm.; il est donc *double* du vent normal 0,4 autrefois en usage (et suffisant du reste) et *quadruple* du vent employé jusqu'ici pour les *balles à compression autrichiennes* et de celui qu'on donne encore aux cartouches *hanovriennes*.

Ainsi donc, abstraction faite de toutes les autres améliorations apportées à l'arme, la condition première, celle à laquelle on a toujours, après comme avant, attaché la plus grande valeur, est *d'avoir des armes qui puissent être chargées le plus commodément possible en toute circonstance et dont l'explosion soit parfaitement assurée.*

2° *L'effet de feu* probable *du fusil d'infanterie* auquel les détails indiqués dans 1° font les conditions les *plus favorables* à divers égards, est *restreint* d'un autre côté par les *inconvénients* inhérents au

gros calibre, lesquels ne peuvent être évités *entièrement* même par la construction la plus parfaite possible de la balle, quand le poids des munitions ne doit pas dépasser une certaine proportion (12 cartouches au moins pour une livre métrique). On peut admettre que le modèle de balle de 1863, fig. 3, fournit les résultats les plus élevés qui puissent être obtenus dans les circonstances données et ses effets de précision à distance mesurée d'avance sont aussi très-satisfaisants. Néanmoins, en ce qui concerne les espaces battus, cet élément si important de la probabilité de toucher, l'arme de l'infanterie française est sensiblement inférieure aux armes de guerre de petit calibre en usage dans d'autres armées. La manière de viser, à la fois compliquée et imparfaite, se présenterait comme un inconvénient de plus en face des armes à hausses mobiles, dès que l'on parviendra à obtenir sur le champ de bataille (par l'amélioration des exercices de l'infanterie) un emploi plus réfléchi et plus raffiné de l'arme de précision.

3° L'adoption d'une *balle plus lourde avec une charge plus forte pour les carabines des chasseurs, des zouaves,* etc., a assuré en réalité à ces armes un effet de feu probable beaucoup plus grand que ce-

lui du fusil d'infanterie, à l'opposé de ce qui a lieu dans la plupart des autres armées dans lesquelles ces troupes d'élite tirent *le même projectile avec la même charge* (ou même une charge *moindre*) dans le fusil ordinaire d'infanterie ou dans une arme plus courte de même calibre, et par suite n'obtiennent pas des résultats beaucoup plus considérables que ceux de la ligne ou même (à cause de l'accroissement des angles de hausse) ne peuvent arriver à les égaler. Le maintien de ces « carabines » à côté des « fusils » n'a de signification que lorsqu'elles offrent, comme en France, la garantie d'une plus grande précision. Là où elles ne possèdent pas cet avantage, on devrait rationnellement supprimer tout à fait l'arme destinée spécialement aux tirailleurs et faire consister la supériorité de l'infanterie d'élite uniquement dans le choix et dans la meilleure instruction des hommes.

La « carabine sans tige » française pourrait, quant à la précision, jusqu'aux distances de 700 ou de 800 pas, être mise à peu près sur le même rang que le fusil de l'Allemagne du Sud (dont les munitions sont plus légères d'environ 40 %) ; la différence est plus sensible pour les hauteurs de

hausse; elle monte à 45 minutes environ à la distance de 800 mètres = 1067 pas.

La *platine à double détente* n'est pas employée pour la carabine française; le peu de valeur de ce mode de construction pour les armes de guerre est du reste reconnu dans les armées de tous les grands États.

Le *recul* de la carabine française est très-sensible. Nous ne considérons pas la *hausse verticale à échelle avec curseur* comme ayant une valeur particulière; nous en avons donné les motifs dans le premier volume.

4° *L'unité nécessaire des munitions* est maintenue, de manière qu'il n'y a qu'*un seul calibre de balle* pour toutes les catégories de l'arme portative, d'où il suit que les *deux* modèles de balle, fig. 2 et 3 (ou 3 et 4), peuvent être tirés au besoin avec les charges de 4,5 et 5 gr. aussi bien dans les fusils que dans les carabines. (D'après un autre renseignement, la balle n° 4 aurait le calibre 17,3 mm., ce qui du reste ne changerait absolument rien aux rapports précédents.)

5° La *force destructive supérieure*, *que* l'on attribue *aux balles françaises* en vertu de leur diamètre, de leur poids absolu et de la forme particulière de

leur évidement, est, comme on le sait, l'objet d'une controverse militaire et médicale; ce point sera éclairci dans la 8e section. En attendant, on peut déjà alléguer ici que les balles du cal. 13,5 mm. (et à plus forte raison celles d'un calibre plus petit encore) possèdent dans leurs trajectoires plus tendues un avantage qui compense suffisamment celui qu'on vient de signaler.

On ne méconnaît pas en France, cela va sans dire, les grands avantages du petit calibre et on les a constatés par des expériences entreprises dans ce but. Nous aurons l'occasion de citer dans la 8e section une épreuve faite avec le calibre 10,5.

D'après tout ce qu'on vient de dire, on ne peut en aucune façon trouver, jusqu'à présent, dans le matériel même de l'armée française un motif en faveur de la supériorité pratique du feu de son infanterie. Ce dont au contraire on doit tenir grand compte, c'est que la manière d'y exercer les hommes au tir est à maints égards plus simple et plus pratique que dans les autres armées. Les réglements relatifs à cette partie du service, qui sont connus, suffisent pour faire voir qu'abstraction faite de la complication des tables de tir, on a adopté un procédé rapide, sommaire, sans développements trop

prolixes et dans lequel les feux de masse exécutés à balle jouent un grand rôle.

Le soldat français est amené à penser et à juger par lui-même en toute occasion et à avoir confiance en son arme; on n'introduit aucune innovation technique sans en rendre l'utilité aussi évidente que possible même pour l'homme inculte. C'est ainsi que dernièrement encore on fit tirer toutes les troupes réunies au camp de Châlons tour à tour avec les balles de 1857 et de 1863, afin de bien pénétrer toute l'armée des avantages du dernier modèle, lorsque son adoption eut été décidée d'une manière définitive.

Pendant l'impression de la présente section, il nous est encore parvenu quelques renseignements très-précieux sur les armes françaises.

En premier lieu une détermination *très-exacte* des *hauteurs de hausse* pour la carabine sans tige avec la balle de 1859 et 5 gr. de charge, (*a*) d'après une épreuve de tir très-complète exécutée en 1859

à Vincennes, et confirmée dans la même année par les résultats du tir de tout un bataillon de chasseurs au camp de Châlons, (*b*) d'après des épreuves réitérées faites à Vincennes 1863.

Distance en M.		50	100	150	200	250	300	350	400	450
Hauteur en mm.	a.	5,83	8,01	10,22	12,92	14,54	17,21	19,26	22,55	26,09
	b.	4,27	6,52	8,86	11,30	13,85	16,51	19,28	22,17	25,18
Distance en M.		500	550	600	650	700	750	800	850	900
Hauteur en mm.	a.	29,32	32,23	35,55	38,58	43,01	45,80	51,42	55,70	58,28
	b.	28,32	31,59	35.00	38,56	42,28	46,17	50,24	54,49	58,93
Distance en M.		950	1000	1050	1100	1150	1200	1300	1350	1425
Hauteur en mm.	a.	63,15	67,60	73,41	78,35	83,80	89,87	101,50	106,50	111,50
	b.	63,56	68,38	73,30	78,52	83.95	89,60	101,61	108,01	114,71

Ces données (avec les dimensions du canon indiquées plus haut) permettent de construire exactement les trajectoires jusqu'à la portée de 1900 pas (plus de $^1/_5$ de lieue géographique), ce qui dans tous les cas est intéressant au point de vue balistique. On a encore obtenu à cette énorme distance au polygone de Vincennes 10 % des coups dans une cible de 2 m. de haut sur 5 de large (dans des circonstances très-favorables naturellement et en disposant l'épreuve avec le plus grand soin). On a d'après cela $0.1 = \varphi\left(\frac{2,5}{l}\right)\varphi\left(\frac{1}{l}\right)$ d'où $l = 5,4$ m. (1),

(1) *l* désigne, d'après la notation de Didion, l'écart quadratique absolu moyen.

et le rayon de dispersion $R_{0,5}$ (pour la moitié des coups) ne serait que de 4,4 environ.

Il y a encore quelques remarques à ajouter sur les balles de la pl. VI. On est complètement revenu en France de la théorie surannée d'après laquelle il fallait placer le centre de gravité le plus en avant possible, depuis que l'on s'est convaincu par les nouvelles expériences de l'artillerie que la position la plus favorable de ce point est à peu près au milieu de l'axe longitudinal (1).

Dans les épreuves faites sur les armes à feu portatives, on croit avoir observé qu'on augmente un peu *la précision* du tir en avançant le centre de gravité et *la portée* en le reculant, de sorte qu'on obtient la combinaison la plus favorable de ces deux éléments en lui donnant une position moyenne sur l'axe longitudinal.

La position *normale* (résultant de la forme du projectile) du centre de gravité est pour

la	balle	n° 1	modèle	1857	0,5	*en avant*	du	milieu
»	»	» 2	»	1859	0,35	*en arrière*	»	»
»	»	» 3	»	1863	0,65	*en avant*	»	»
»	»	» 4	»	1863	*au milieu.*			

(1) Les projectiles creux allongés des canons rayés ne peuvent jamais, en vertu de leur construction, avoir leur

Pour la construction des balles nos 1 et 3 on avait prescrit les poids de 32 et 36gr, le diamètre 17,2 et l'énorme vent ayant pour limites 0,8 et 1,3 (par conséquent une très-grande expansibilité) sans compter l'inaltérabilité dans le transport dont la nécessité est évidente par elle-même. Il en résulta nécessairement un évidement considérable (une diminution de poids à la partie postérieure) et le centre de gravité se trouva reporté un peu en avant, ce que l'on n'avait nullement eu en vue dans le principe.

Pour les balles de la carabine on exigeait un vent moindre, 0,5 ou 0,6 mill. et l'on permettait un plus grand poids de plomb avec une charge plus forte. Il fallait donc ici à la fois une moindre expansibilité et une très-grande résistance au déchirement (deux conditions rendues nécessaires par un plus grand frottement dans le canon), ce qui permettait de raccourcir l'évidement et de placer le centre de gravité au milieu de l'axe. Pour le n° 2 on avait principalement en vue la *plus grande portée*

centre de gravité en avant du milieu de leur axe longitudinal; en même temps leur grande dimension permet une détermination plus exacte de la position de leur centre de gravité et de son influence sur la trajectoire.

possible (pour tirer contre l'artillerie rayée) et l'on crut remplir ce but le mieux possible en portant le centre de gravité *un peu en arrière* du milieu (de 0,35 mill. seulement). Le *dernier* modèle n° 4 présente au contraire la véritable application du principe posé ci-dessus, puisque le centre de gravité y est situé *exactement au milieu de l'axe.*

Nous reviendrons dans une section spéciale sur la question de la *dérivation* et, en attendant, nous dirons ici que les balles du système Nessler, d'après les expériences les plus complètes, *ne* doivent *pas* présenter de dérivation appréciable.

Les épreuves françaises les plus nouvelles ont pour but l'établissement d'un *bon système de chargement par la culasse* avec une *cartouche spéciale.* On a commencé une nouvelle série d'expériences avec 50 modèles différents d'armes de ce genre dont les calibres varient entre 9 et 15 mill.; la *légèreté* des cartouches est donc considérée avec raison comme une condition *sine quâ non*. La culasse présente la réunion du système à aiguille avec un obturateur en caoutchouc. En même temps on poursuit les travaux entrepris dans le but d'arriver au plus grand perfectionnement possible de la poudre destinée aux armes portatives (sans qu'il

soit question de la supprimer ou de lui faire subir un changement notable).

VII. Sur les canons en acier fondu.

Un examen plus spécial de l'acier fondu employé à la fabrication des canons de fusil se relie à une des questions militaires les plus importantes : l'introduction de l'arme de petit calibre. Cette réforme exige comme condition préliminaire une résistance à la flexion qui n'est pas assurée, même approximativement, avec le fer forgé, ainsi qu'on l'a expliqué dans le premier et le deuxième volume de cet ouvrage.

Mais, même en mettant cette question de côté, l'acier fondu offre, par la perfection à laquelle il est arrivé aujourd'hui, les avantages généraux les plus incontestables pour les armes de tous les calibres, avantages qui, fondés sur le caractère propre de la substance en question, ne sont pas encore reconnus partout, principalement par les deux motifs suivants : 1° parce que dans les épreuves comparatives sur des canons *neufs*, on ne peut

constater une supériorité de l'acier fondu en ce qui regarde les résultats de précision; 2° parce que l'on n'est arrivé que depuis peu à la plus haute perfection de l'acier fondu, tandis que la production du fer forgé, par son ancienneté, est liée de la manière la plus étroite aux intérêts pécuniaires de l'industrie des armes.

Du reste, le résultat de la concurrence entre ces deux substances a été définitivement en faveur de l'acier, et par conséquent la suppression totale des canons de fer ne peut manquer d'avoir lieu dans un avenir très-prochain. Ce fait ressortira des développements qui vont suivre, et nous pouvons ajouter, avec une satifaction toute particulière, que c'est à l'industrie *allemande* (spécialement à l'heureuse activité de la maison Berger et Comp., à Witten-sur-la-Roër, déjà citée dans le premier volume) que l'on est redevable d'un progrès si important.

On sait que l'acier est caractérisé par la proportion de carbone qu'il renferme (fer forgé, 1/8 à 1/9 p. 100; fer fondu, 2 1/2 à 7 p. 100; acier, 3/8 à 2 p. 100; acier fondu plus mou, propre à la fabrication des canons, 5/8 à 3/4 p. 100 probablement); il ne contient que la quantité de carbone néces-

saire pour en permettre le coulage, et les canons ainsi coulés possèdent déjà un haut degré de tenacité et de solidité. Le poids spécifique de l'acier des canons-Berger est de 7,831 à 20° Celsius.

Le bon acier présente déjà originairement une cristallisation à grain excessivement fin, une texture parfaitement régulière, avec une résistance égale de la part des molécules dans toutes les directions; par suite de cette constitution primitive, il résiste à un très-haut degré, comparativement au fer forgé, aussi bien aux actions mécaniques qu'à l'influence de la température, et ne peut être altéré d'une manière fâcheuse que par une chaleur excessive. Sa tenacité est si grande que, d'après des expériences faites nouvellement en Angleterre, sa résistance au déchirement (avec une proportion de carbone de 6/8 p. 100) montait à 40 ou 45 tonneaux sur un pouce anglais carré. La résistance à la flexion sera déterminée plus loin au moyen d'épreuves spéciales.

L'acier fondu pauvre en carbone, doux et de bonne qualité, est, à la vérité, un peu plus difficile à travailler que le fer; mais cette circonstance est rachetée par sa plus grande *homogénéité* qui oppose

aux outils de toute espèce une résistance *toujours régulière*, et se prête mieux à l'établissement *des formes et des dimensions exactes*, (calibre, etc.). Un acier fondu de ce genre unit à une ténacité et à une compacité des plus grandes la propriété d'être éminemment *susceptible de poli;* il *résiste* sans aucun doute *mieux* que le fer forgé à toute *usure mécanique;* s'il est, en effet, comme bien des gens le prétendent, un peu plus facile à oxyder, le dommage qui en résulte est moins grand, puisque l'oxyde s'y dépose en couches minces et uniformes, et ne trouve jamais, dans les défauts de la texture, l'occasion de former des trous de rouille, etc. Il en est de même des diverses influences chimiques.

Il est à peine besoin d'expliquer de quelle valeur sont tous ces motifs de supériorité, précisément pour les canons des armes portatives rayées. La possibilité d'obtenir plus facilement pour l'âme une extrême pureté et une surface parfaitement polie, avec une grande égalité dans le calibre, est déjà un avantage éminent qui a encore pour résultat de produire un dépôt plus régulier et moins adhérent des résidus de la poudre qui sont balayés plus facilement par la balle forcée; une plus grande régularité dans les vibrations du canon peut aussi

exercer une influence favorable sur la précision du tir (1).

Si, sous ce dernier rapport, on n'a pas encore constaté de différences considérables entre les canons neufs en acier et en fer, il n'en est pas moins certain, dès à présent, qu'une plus longue expérience sur une grande échelle constatera nécessairement aussi une différence essentielle en faveur de l'acier relativement à l'effet de feu pratique; car, après un plus long usage des armes, on reconnaîtra toujours qu'un nombre considérable des canons en fer perdront une partie de leur pré-

(1) Cœsar Rüstow fait remarquer dans le premier volume de son excellent ouvrage sur les armes à feu portatives de guerre (Berlin 1857), que l'on a observé quelquefois de plus grandes déviations des balles avec les canons en acier fondu et qu'elles ont été attribuées aux vibrations *plus courtes* du métal (conséquence de son grain plus fin). Des expériences plus détaillées, telles que celles qui ont lieu en ce moment, après 6 ou 7 ans, particulièrement dans l'armée prussienne même, constatent pour les canons d'acier une précision au moins égale; et le deuxième volume qui vient de paraître renferme une nouvelle communication à ce sujet. D'après notre manière de voir, la *régularité des vibrations* qui n'est troublée par aucun défaut de texture, devrait être considérée comme la condition la plus favorable à la direction régulière de la balle dans le canon.

cision, soit par l'incurvation, les gonflements, l'usure intérieure, soit par l'apparition tardive de défauts dans la texture (pailles, esquilles, taches de cendres, etc.), ou bien seront mis tout à fait hors de service, ce qui n'a lieu avec les canons d'acier que très-rarement et dans une proportion minime. Il a été démontré à plusieurs reprises que, pour le calibre de $10,5^{mm.}$, le plus avantageux de tous, on *ne* peut établir des canons susceptibles d'un bon service et restant dans les limites de poids permises, tout en conservant une longueur et une solidité suffisantes, *que* par l'emploi de l'acier fondu.

Le besoin d'une meilleure matière pour les canons était devenu pressant depuis que le manque de charbon de bois qui va croissant d'année en année, et l'emploi toujours plus grand du coke comme moyen de chauffage dans les opérations de la forge et de l'affinage, qui en est la conséquence, les meilleures qualités de fer forgé ont diminué de quantité et beaucoup augmenté de prix.

Il était réservé à l'inventeur bien connu du fusil à aiguille, M. le conseiller intime Dreyse, à Sommerda, d'entreprendre en grand, pour la première fois, l'emploi de l'acier fondu pour les fusils de

guerre, et d'en obtenir d'heureux résultats pour la fabrication des armes prussiennes. La nécessité de cette entreprise était fondée sur ce fait que le déchet provenant des canons de fer impropres au service dans les manufactures prussiennes s'était élevé à la proportion de 20 à 25 p. 100; mais de sérieuses difficultés s'opposaient à son exécution. En premier lieu, on manquait encore alors (les essais commencèrent vers 1847) de bonnes espèces d'acier; le métal anglais ou allemand employé n'était ni entièrement homogène ni assez doux et renfermait de nombreuses parties isolées d'une dureté extraordinaire, qui opposaient les plus grandes difficultés au forage et au tournage et avaient souvent pour conséquence l'éclatement des canons pendant le tir.

Dreyse commença par abandonner complétement l'ancienne méthode (dans laquelle on forgeait les canons d'acier fondu sur la tige au moyen d'une soudure au platine), et fit fabriquer les canons en forant directement des barreaux d'acier massifs obtenus par le cylindrage (ayant à peu près les dimensions du canon façonné), et installés à cet effet sur des bancs de forage construits exprès pour cela. Mais les défauts du métal indiqués plus haut

furent rendus plus sensibles par ce mode de fabrication amélioré, encore en usage aujourd'hui. Les déviations du foret étant beaucoup plus faciles, lorsque le forage a lieu dans le plein que lorsqu'il est pratiqué sur des canons forgés en tubes, toute inégalité du métal agissait d'une manière plus frappante encore. L'acier anglais (très-cher) se montra, dans un grand nombre de cas, assez homogène, mais il était en général trop riche en carbone et trop dur pour permettre la nouvelle méthode de fabrication. On passa à l'épreuve de nombreuses espèces d'acier allemand, et l'on reconnut, en définitive, dans l'acier fondu perfectionné de Berger et Cie, à Witten, une matière dont le prix et la qualité permettaient l'exécution de la réforme en question. Cet acier offrait une douceur jusqu'alors inconnue et réduisit, dès les premiers essais entrepris en grand, la proportion du déchet à environ 3 p. 100. L'inspection royale des manufactures d'armes prussiennes chargea, dans l'été de 1857, l'administration de la manufacture d'armes de Spandau d'une nouvelle épreuve comparative entre les canons d'acier fondu à laquelle concoururent les produits d'un grand nombre de fabriques anglaises et allemandes les

plus renommées, et qui démontra finalement la supériorité de ceux de la fabrique *Berger*, pour lesquels le déchet ne fut que de 0,45 p. 100 (1).

L'exemple de la Prusse fut d'abord suivi par *Hanovre*, *Oldenbourg* et *Hambourg*, qui firent confectionner, par le fabricant *Crause, à Herzberg*, dans le Harz, des barreaux d'acier fondu dont ils obtinrent les meilleurs résultats ; l'introduction du nouveau métal fut aussi activée dans le *Wurtemberg* par des épreuves approfondies et des achats considérables. L'année dernière (1862), l'*Autriche* a tiré de la fabrique qu'on vient de nommer une grande quantité de canons forés et d'acier cylindré destiné à la fabrication de ces mêmes canons, pour construire 120000 nouveaux fusils (du petit calibre que l'on connaît). Cette même fabrique approvisionne la manufacture de *Suhl* et en partie celle de *Liége*, et a dernièrement fait des fournitures plus ou moins considérables à la *Suisse* (fusil de

(1) Les autres canons d'acier fondu, soumis à la comparaison, donnèrent jusqu'à 16 0/0 de déchet. La faible proportion de 1/2 pour 0/0 tout au plus ne fut pas non plus dépassée par la suite lorsqu'on employa l'acier Berger en grandes masses.

chasseur et nouveau fusil d'infanterie), à la *Russie*, à l'*Espagne* et à l'*Angleterre* (1)

Puisque, d'après tout cela, la maison *Berger et Cie, à Witten,* occupe, dans la fabrication des *armes à feu portatives,* le même rang que *Krupp,* à *Essen,* dans celles des *pièces d'artillerie* (2), il y a un intérêt particulier à étudier ici le procédé Berger pour la confection des canons d'acier dans ses détails les plus importants.

(1) Les plus fortes commandes sont venues de la manufacture d'Enfield et consistaient en canons d'acier fondu du calibre 11,5 mm. qui devaient recevoir un forage polygonal. Le *calibre Whitworth* et le *petit calibre* y sont donc de nouveau à l'ordre du jour. Le fusil Enfield-Pritchett aurait-il réellement achevé son rôle ? En tout cas il ne peut déjà plus entrer en concurrence avec les fusils du Sud de l'Allemagne du cal. 13,9.

(2) Nous avons aussi sous les yeux un canon d'acier fondu de *Krupp à Essen,* d'excellente qualité, de l'épreuve duquel nous rendrons compte plus bas. Mais jusqu'à présent cet établissement n'entreprend pas de fournitures considérables de canons de fusil. D'un autre côté Berger fabrique aussi des pièces d'artillerie ; ainsi qu'une espèce d'acier fondu destinée aux *armes blanches,* qui peut remplacer l'acier raffiné, et a déjà pénétré dans l'industrie de Solingen pour les armes de guerre. La signification militaire considérable qu'a prise la fabrication de l'acier en Westphalie est due surtout à ces deux maisons.

L'acier fondu pour canons de fusil de Berger s'obtient à l'aide du fer au charbon de bois le meilleur et le plus pur de Siegen, de la Styrie et de la Suède, qui est cémenté d'une manière particulière et ensuite fondu dans des creusets d'après l'ancien procédé consacré par l'expérience. Les lingots d'acier coulés dans des moules de fer sont forgés sous de lourds marteaux, puis façonnés par le cylindrage en barreaux cylindriques d'environ 4 à 5 mètres de long et pesant jusqu'à 20 kilog. Les barreaux ainsi obtenus, coupés à la longueur voulue, reçoivent les grains de lumière ainsi que le renforcement nécessaire de leur partie postérieure au moyen du refoulement, c'est-à-dire d'un choc vertical exercé contre un plateau en fer par l'extrémité échauffée, et sont ensuite recuits lentement et soigneusement dans des fourneaux construits exprès. Vient, après cela, le forage du barreau d'acier massif qui s'opère sur des bancs de forage doubles (les principaux fabricants de ces derniers sont : *Henschel*, à *Cassel*, et *Kræmer*, à *Suhl*), pour deux canons à la fois et de manière que l'âme, après le forage, n'ait guère que 3/4 de millimètre de moins que le calibre normal qu'on lui donne ensuite, comme pour les canons en fer, sur les bancs d'alé-

sage en employant les procédés usuels. Les canons sont ensuite tournés, munis de leurs appendices, garnis, rayés et polis à la manière ordinaire.

Les expériences les plus certaines sur la valeur de la nouvelle substance et sur les avantages du mode de fabrication qui y est attaché ont pu être faites dans les fabriques *prussiennes* où, depuis plusieurs années déjà, on emploie *exclusivement* les barreaux d'acier-Berger, en leur appliquant le procédé indiqué plus haut, fait qui témoigne déjà de la manière la plus avantageuse en leur faveur.

Quand les barreaux fournis sont d'une qualité tout à fait normale, c'est-à-dire réguliers, doux, sans fissures longitudinales (provenant du cylindrage) et sans soufflures intérieures, la *proportion extrêmement faible des rebuts* simplifie déjà à un haut degré toutes les phases de la fabrication, y compris la révision et l'administration, lesquelles se trouvent ainsi rendues plus faciles et, par suite, moins coûteuses, de telle sorte que, par ce seul motif, les canons en acier, quand on les fabrique en grandes masses et exclusivement, malgré leur prix élevé et la perte toujours un peu plus grande en outils et en instruments, ne sont *nullement plus chers* que les canons en fer. Comme dans ces opé-

rations toutes les fonctions des marteaux à mai
des forgerons, ainsi que les défauts de fabrica
qui en résultent (perte de métal, défauts de s
dure, etc.) se trouvent supprimés, les résultats
plus certains et dépendent moins de la diffic
du travail et du soin qu'y apporte chaque ouvr
Ceux qu'on nomme « refouleurs » et qui
chargés de renforcer, à l'aide du procédé d
plus haut, l'extrémité des barreaux à l'empl
ment du tonnerre et du grain de lumière sont
ciles à former et, par conséquent, à rempla
Pendant cette période de la fabrication, les
reaux peuvent sans doute se rompre en trav
mais seulement par suite d'une chaleur exces
ou d'une manipulation essentiellement maladr

Les réparations et corrections qui, avec les
nons en fer, se présentent si souvent dans les
riodes ultérieures de la fabrication et, la plu
du temps, au détriment des produits, sont enti
ment exclues par l'emploi de l'acier de Westpha
Il est excessivement rare qu'un canon soit reco
mauvais *après* l'opération du tournage. Il
presque jamais nécessaire de retoucher au cali
de corriger les rayures, etc., après l'exécution
et correcte de l'âme. Les meules pour émouler

canons sont rendues inutiles par la manière dont les bancs de tournage sont construits. Le déchet total pendant la fabrication complète, en y comprenant même les réparations des dernières années, n'a pas dépassé la proportion de 3/4 p. 100 dans les manufactures prussiennes.

Nous donnons, pour terminer, l'ensemble de quelques *épreuves* intéressantes sur la résistance à la *flexion* et à l'*éclatement* exécutées sur les canons d'acier fondu.

A. *Épreuves sur la résistance à la flexion.*

1° *Canon de Krupp, à Essen,* éprouvé en juillet 1863, par la direction de l'arsenal de la Hesse grand-ducale. *Dimensions* en mm. : calibre, 14,3; longueur 905; diamètres extérieurs : à l'arrière 22,7, au milieu 21,7, en avant 18,6; la section transversale extérieure du canon présente à l'arrière sur une longueur de 350 un octogone régulier. *Poids* 1 kil. 428. Un poids de 100, 150, 200, 250, 300 livres métriques suspendu dans le milieu détermina, par suite de l'élasticité, des courbures de

2,6 — 4 — 5,5 — 7,2 — 9 mm. Après l'enlèvement du dernier poids pesant 3 quintaux = 150 kil., on ne put constater avec certitude une courbure *persistante*, et s'il en existait réellement une, elle ne pouvait être considérable. Il est à remarquer pour ce canon, qu'il est construit d'après des principes très-convenables, puisque d'après les mesures précédentes sa forme dépasse celle d'un cône parfait, c'est-à-dire qu'elle est un peu *convexe* dans le milieu. Le cône postérieur se raccorde avec l'antérieur par un angle obtus dont le sommet est tourné *en dehors*.

2° Canon de *Berger et Cie*, à *Witten*, appartenant à la nouvelle *carabine wurtembergeoise*, éprouvé en juin 1863 par la direction de l'arsenal de la Hesse grand-ducale. *Dimensions* en mm. : longueur avec culasse brevetée 750, cal. 13,9. Diamètres extérieurs ; 27,2 — 23,1 — 19 (forme conique). *Poids* ; 1 kil. 750. Le chargement successif avec des poids de 50 — 75 — 100 — 125 — 150 — 175 — 200 livres métriques donna des courbures de 1 — 1,5 — 1,7 — 2 — 2,1 — 2,2 — 2,8 mm. On ne put constater de courbure persistante.

Ce canon (très-solide) est encore très-léger, *trop léger* au point de vue balistique, puisque la cara-

bine complète (sans yatagan) ne pèse que 3 kil. 812 environ, et, par suite, exige à 200 — 800 — 1200 pas de 75 cm., les angles de hausse considérables de 31,5 — 146,0 — 260,5 minutes à peu près. Cela prouve que pour le cal. 13,9 l'acier fondu présente dans un canon aussi court une résistance plus que suffisante sans exiger même un poids *normal* du canon.

3° *Canon de Berger*, appartenant au fusil de chasseur suisse, éprouvé en août 1862 par M. le colonel Wurstemberger à Berne (diamètres 25,5 — 21 — 18 mm.; poids 2 kil. 140).

Le chargement successif avec des poids de 205 — 250 — 295 — 305 livres suisses (la livre suisse = la livre métrique = 0,5 kil.) amena les courbures de 7,5 — 9 — 10,5 — 10,8 mm. L'existence d'une courbure persistante ne put être constatée par les moyens en usage, d'où il suit qu'il ne se présenta dans *aucun cas* une courbure *un peu considérable* de cette nature. La grande *élasticité* du métal se manifeste ici de la manière la plus frappante; un canon de fer de même calibre, après avoir été courbé ainsi de près de 11 mm., eût conservé une courbure d'au moins 2 ou 3 mm.

4° *Canon de Berger* pour le *nouveau fusil d'in-*

fanterie suisse; de 10,5 mm. de cal. et de 1 m. de longueur. Ce canon (diamètres 25,5 — 21 — 18 mm.; poids 2 kil. 218), après une nouvelle épreuve de M. le colonel Wurstemberger, où il fut chargé d'un poids de 400 livres, conserva une courbure persistante d'environ 0,5 à 0,6 mm. seulement (1), et fournit par conséquent une résistance quadruple de celle que nous avons réclamée comme un minimum pour les canons en fer (vol. 1, p. 339). Ce canon ne dépassant pas le poids normal, la question du calibre se trouve résolue par cette dernière épreuve dans le sens que nous avions indiqué précédemment (vol. 1, p. 337).

B. *Epreuves relatives à l'éclatement.*

Nous n'en citerons que trois, parce qu'elles fournissent une preuve parfaitement suffisante de l'énorme ténacité du métal et constatent dans les canons de fusil westphaliens la même supériorité

(1) Un canon de fusil d'infanterie suisse *de gros calibre* (fusil Prélat-Burnand) conserva une courbure persistante de 18,75 mm., après avoir été chargé d'un poids de 250 livres.

qu'ont montrée les pièces d'artillerie de Krupp dans mainte occasion.

1° *Epreuves belges* de décembre 1860, exécutées dans la manufacture royale d'armes de Liége, sous la direction du *général Timmerhanns*, inspecteur d'armes.

25 canons d'acier fondu de *Berger* concoururent avec 25 des meilleurs canons de Liége (qualité soixante-dix-sept, construits en fer bien pur au charbon de bois). *La moitié* de ces canons de fer furent *détruits* après que la charge eut atteint les proportions suivantes : poudre, 37,5 gr. (longueur de la charge dans le canon 15,7 cm.); balles, 10 séparées entre elles par des bourres.

Les *derniers canons* de *l'autre moitié* éclatèrent avec une charge de 52,5 gr. de poudre (22,5 cm. de longueur dans le canon) et de 22 balles.

Mais ces résultats très-remarquables pour le fer furent surpassés d'une manière notable avec l'acier; car *la moitié* des canons Berger ne furent détruits que lorsque la charge eut atteint la proportion de 72,5 gr. de poudre (27 cm. dans le canon) et de 22 balles.

Les derniers canons (à l'exception d'un seul qui

se déjeta mais resta entier) éclatèrent avec une charge de 77,5 gr. de poudre (34,3 cm. dans le canon), et de 26 balles (avec les bourres 44 cm. dans le canon), ce qui donnait une longueur totale d'environ 78 cm. ou 2 1/2 pieds. Le général Timmerhanns nous apprend qu'outre les avantages qui font la *supériorité* de l'acier fondu *en général*, il possède, en particulier, celui d'une résistance *plus uniforme* que celle du fer. – Tous les canons éprouvés étaient construits d'après le modèle du fusil belge de gros calibre.

2° *Épreuves anglaises* exécutées en avril 1863, dans la manufacture royale d'armes d'Enfield.

Les canons d'acier Berger entrèrent ici en concurrence avec *le fer renommé du fabricant Marshall*, dont le prix est presqu'égal à celui de l'acier fondu de Berger.

Pour les canons Marshall, la destruction complète eut lieu avec une charge de 14,5 gr. de poudre et de 11 balles oblongues pleines (pesant chacune 46,8 gr.). De deux canons Berger éprouvés, l'un resta encore *intact* après l'emploi de la charge de 14,5 gr. de poudre *avec 13 balles*; tous deux furent

seulement un peu courbés et gonflés, mais *n'éclatèrent pas* avec la charge énorme (remplissant toute l'âme) de 83,5 gr. de *poudre* (environ 20 charges ordinaires) *avec* 25 *balles*.

Il fut donc impossible de faire éclater ces deux canons par les moyens usuels; l'un fut conservé « comme un trophée; » le tir à outrance fut continué avec l'autre, qui éclata lorsque, sur une charge de poudre de 58 gr., on y eut introduit 5 balles séparées entre elles par des intervalles considérables et qu'on eut finalement rempli la bouche avec de la terre glaise! Tous les canons éprouvés étaient construits d'après le modèle anglais du fusil-Enfield.

3° *Épreuve hessoise*, exécutée par la direction de l'arsenal Grand-Ducal, en septembre 1863.

Le canon de *Krupp* à *Essen*, décrit dans l'article AI et construit très-légèrement, supporta la charge de 32 gr. de poudre (21,2 cm. dans le canon) et de 6 balles pleines pesant chacune 28 gr. (14 cm. dans le canon), ce qui portait la longueur totale de la charge à 35,2 cm., *sans* subir la *moindre* altération appréciable.

Pour produire l'éclatement, outre la charge de 40 gr. de poudre et de 6 balles, on introduisit de force 4 balles immédiatement dans la bouche, de manière à laisser entre elles et la charge un espace vide de 43 cm. ! A ce moyen, il se manifesta seulement dans le canon un élargissement annulaire régulier ou gonflement à 1,7 cm. de la bouche, de sorte qu'en cet endroit le diamètre extérieur était augmenté de 3 mm., tandis que le canon ne présentait, du reste, aucun changement dans sa forme ou dans sa constitution, et, en particulier, pas la moindre fissure ou rupture.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

LES CANONS RAYÉS

HISTORIQUE DE LEUR DÉVELOPPEMENT ET PERFECTIONNEMENT ACTUEL DE CETTE ARME.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE DES CANONS RAYÉS.

A. PREMIÈRES INVENTIONS.

Canons rayés; chargement par la culasse; projectiles oblongs.

§ 1. Les progrès extraordinaires faits dans le perfectionnement des armes à feu portatives, firent sentir depuis longtemps la nécessité d'introduire des améliorations dans le matériel d'artillerie par un changement de l'ancien système de construction; mais les opinions sur la marche à suivre furent longtemps diamétralement opposées.

D'un côté on reconnut l'insuffisance du canon

de 6 sur le champ de bataille et on crut pouvoir y remédier en augmentant le calibre. En partant de ce point de vue, on substitua en France le canon-obusier de 12 de Napoléon III, au canon de 8 ; l'artillerie saxonne suivit bientôt cet exemple par l'adoption d'un canon-obusier de 12 livres et, peu à peu, d'autres puissances réformèrent leur matériel d'après les mêmes principes. D'un autre côté, on suivit pour arriver au perfectionnement des armes à feu portatives, une voie tout opposée, basée sur la diminution du calibre au moyen de canons rayés et de projectiles oblongs.

On pouvait prévoir que le canon-obusier de 12 de Napoléon III marquerait pour l'artillerie la transition à un nouveau système de construction, analogue à celle de la carabine Wild pour les armes à feu portatives. L'idée de lancer des projectiles allongés avec des canons rayés avait déjà donné de bons résultats qui confirmèrent pleinement l'opinion de Paixhans, que non-seulement l'exécution des canons rayés était possible, mais même indispensable si l'on ne voulait pas que le tir de l'artillerie fût inférieur à celui des tirailleurs. Mais ici le problème à résoudre était bien plus difficile que pour les armes à feu portatives. En effet, le sys-

tème de chargement employé pour les fusils, et qui consiste à forcer les balles en plomb dans la forme des rayures, au moyen de la baguette, est tout à fait impraticable pour les canons. Des essais faits avec des boulets en fer recouverts de plomb n'avaient pas donné des résultats satisfaisants ; il est de toute nécessité d'imprimer et de conserver au projectile dans sa trajectoire, un mouvement de rotation autour de son grand axe, mouvement sans lequel il tournerait autour de son axe transversal et se renverserait.

§ 2. Grâce à des études profondes et à des recherches continues, on trouva également la solution pour l'artillerie. Le canon rayé est aujourd'hui l'objet des préoccupations de toutes les puissances. Les travaux publiés sur ce sujet important sont encore rares et à l'heure qu'il est, on n'en connaît que deux qui traitent spécialement cette question, ce sont :

1° « *Mémoire sur les canons se chargeant par la culasse, sur les canons rayés*, etc., par *Cavalli, major dans l'artillerie piémontaise.* — 1849.

2° « *Études sur les canons rayés par Gillot, capitaine d'artillerie belge.* » 1858.

Parmi les publications récentes sur l'étude des

armes, il n'y en a qu'un petit nombre qui consacrent un chapitre spécial aux canons rayés. Les journaux militaires d'Allemagne, de France, de Belgique et d'Angleterre, contiennent néanmoins quelques articles sur l'invention et l'amélioration des canons rayés. Le nouveau système des armes à feu portatives, aujourd'hui si approfondi, est encore la meilleure source où l'on puisse trouver des renseignements précieux.

§ 3. L'histoire des canons rayés remonte au-delà du siècle dernier. Il existe à Berlin un canon fait en 1661 en fer forgé, ayant 13 rayures et une vis de culasse. Au musée d'artillerie de Munich on voit une pièce en fer battu avec 8 rayures et un diamètre d'âme de 468 millimètres ; cette bouche à feu, fabriquée à Nuremberg en 1694, pèse 67 kilogrammes. Parmi plusieurs autres canons rayés qu'on montre au même musée, se trouve un canon en fer battu du poids de 114 kilogrammes. En 1746 Senner fabriqua des canons en fer avec âme rayée et culasse mobile pour l'introduction de la charge.

Jusqu'alors, on ne se servait pour le chargement que de boulets en plomb ; quant à la portée, on trouve que des expériences furent faites en 1776, en Angleterre, avec des canons rayés de 1 et 2 li-

vres; les projectiles lancés à 1,500 pas (1,125 mètres), ne donnèrent qu'une déviation de 2 pieds (625 centimètres). Ces pièces étaient pointées au moyen de lunettes, ce qui prouve que les buttes étaient trop éloignées pour être vues à l'œil nu. La même année, on fit au fort Landguard, des expériences avec des projectiles oblongs dont la portée fut moindre que celle des projectiles sphériques mais dont la grande force de percussion parut favorable au tir en brèche.

Ces essais, avec projectiles oblongs, avaient été précédés en Angleterre, en 1756, par les nombreuses expériences de Robins sur les projectiles à forme ovoïde, puis en 1770, en France, par les expériences faites à La Fère et à Metz avec des *balles allongées*. En 1775, Hutton, après ses expériences faites avec le pendule balistique, avait également proposé des boulets de forme allongée.

L'idée des projectiles allongés, qui aujourd'hui est devenue inséparable du système des armes rayées, était néanmoins connue un siècle avant Robins. Les Anglais se servirent avec beaucoup de succès en 1627, au siége de la Rochelle, d'obus cylindriques, dont l'inventeur était un nommé Clarner de Nuremberg. En 1649, Somienowicz fabri-

qua des obus allongés sur lesquels on avait vissé des ailettes pour préserver la fusée du choc.

Après les expériences de Robins et de Hutton, on ne trouve plus l'emploi de projectiles allongés que dans notre siècle. En 1808, M. Guyton de Morveau proposa un projectile cylindrique en fer, terminé à sa partie antérieure par un hemi-sphère et enveloppé dans un anneau en plomb dont le but est d'annuler le vent. En 1815, on fit en Amérique des expériences avec des obus de forme ovale tirés avec caronades de 100 livres sur des vaisseaux ; le résultat fut couronné de succès ; il en fut de même en Hanovre avec des boulets en forme d'ellipsoïde. En 1820 on essaya, en Angleterre, des boulets oblongs qui donnèrent de bons résultats. Cependant, nulle part on ne trouve des traces d'expériences dans lesquelles on ait tiré des projectiles oblongs avec des canons rayés.

§ 4. Le chargement du projectile et de la poudre par la culasse que l'on croit aujourd'hui inséparable de la construction des canons rayés, est une invention qui remonte aux premiers temps de l'emploi du canon. La construction de la partie postérieure de la pièce était très-variée.

Les premiers canons se chargeant par la culasse,

qu'on ait construits, pesèrent 100 à 150 livres, dont 30 à 40 livres pour la culasse. Cette dernière était en partie engagée, en partie forcée dans le canon et maintenue au moyen de coins, de là le nom de *canons à coins* que prirent ces pièces. Au siége d'Orléans en 1428, les Anglais se servirent de 15 canons de cette espèce. — Au musée de Paris, on voit un canon en fer, très-long, de petit calibre et à culasse mobile qui remonte à l'an 1555. — En Bavière on se servit, vers 1557, de canons à coins. — En 1597, Savorgano inventa des pièces du calibre de 12 dont le tube était fermé au moyen d'un tampon transversal en bronze. — D'après Pietro Sarti, on se servit en 1621 en Italie, de canons *à Braga* avec des chambres de formes particulières, et dont le tube était en fer forgé ; ces pièces tiraient des boulets de 100 livres. Les chambres étaient en fer ou en bronze, et maintenues au moyen de solides coins en bois, chaque pièce avait trois chambres de rechange. - En 1715, M. de la Chaumette proposa un canon se chargeant par la culasse et ayant une chambre en fer. — En 1734, on fabriqua, d'après le système saxon, des pièces se chargeant par la culasse dans lesquelles on rabattait cette dernière partie pour

l'introduction de la charge et l'on fermait ensuite au moyen d'un coin. — En 1779, M. Feutry met, pour la première fois, en pratique le système de forcer le projectile dans le passage de la chambre dans l'âme de la pièce, par la pression des gaz développés par la poudre ; il proposa, pour matériel de guerre, des voitures légères portant des canons de 1 livre, faits en fer forgé, se chargeant par la culasse et lançant des boulets en plomb forcés. — En 1780, on connut sous le nom de *canons à culottes*, des pièces se chargeant par la culasse et inventées par Pinelli. — En 1825, on proposa un canon foré dans toute sa longueur dont on fermait l'ouverture du côté de la culasse au moyen d'une portière mobile perpendiculaire à l'axe du canon. — En 1829, M. Tuker inventa un canon ayant du côté de la culasse un tampon vertical, mobile et percé ; au moment du chargement on faisait coïncider son canal avec l'axe de la pièce et l'on refermait de nouveau l'ouverture en tournant le robinet.

SYSTÈME REICHENBACH.

§ 5. Dans tous les grands musées d'artillerie on

trouve des canons rayés de différents modèles remontant à cette époque ; ces pièces sont néanmoins toutes d'un faible calibre, elles lançaient des projectiles sphériques en plomb. On n'apprendra donc pas sans intérêt qu'en 1816, M. Georges de Reichenbach, capitaine d'artillerie bavarois, fit des expériences à Munich avec un canon en bronze ayant 7 rayures de 5 millimètres de largeur et un demi millimètre de profondeur et un diamètre d'âme de 22 millimètres ; les projectiles étaient fondus en plomb et allongés. (Voir fig. 1).

Le boulet proprement dit AB était de forme cylindro-conique, sa longueur mesurait 83 millimètres dont 31 pour la partie cylindrique (d'un diamètre égal à celui de l'âme), sa surface était garnie de 7 ailettes en fonte correspondant à la direction de l'hélice. La partie conique du projectile était pleine ; mais le cylindre avait, à sa base, une ouverture dans laquelle on chassait un tampon cylindro-ogival CD en bois de charme, jusqu'à ce que la partie extérieure dépassât de 57 millimètres environ la base du projectile ; ce dernier mesurait ainsi, en longueur totale, 140 millimètres. Le vent de la partie cylindrique du boulet dans l'âme ainsi que celui des ailettes dans les rayures, était de

1 millimètre; le poids total du projectile de 310 grammes.

Les rayures du canon faisaient un tour sur une longueur d'âme de $1^m,04$; le chargement du projectile et de la poudre se faisait par la bouche du canon. La pièce reposait sur un affût léger et, au moyen d'un mécanisme particulier, le canon tournait indifféremment dans le plan vertical et dans le plan horizontal.

D'après la forme du projectile, il faut admettre que l'inventeur avait à la fois en vue les principes de construction de la flèche et ceux du boulet à expansion. C'est ce que démontrent, d'un côté, la longueur considérable des projectiles avec le centre de gravité vers la pointe; de l'autre, l'idée de la pénétration du tampon dans l'intérieur du projectile par l'action de la poudre, dans le but de produire (comme plus tard la balle Minié le fera au moyen du culot), l'expansion de la paroi extérieure et la pénétration des ailettes dans les rayures.

Quoique la portée et l'effet extraordinaires obtenus avec ces pièces dépassassent toutes les prévisions et qu'ils conduisissent le savant officier à l'idée de réformer avantageusement, non-seulement tout le matériel de l'artillerie, mais encore

celui de toutes les armes à feu en général, cependant il fut arrêté par les difficultés provenant du chargement de la pièce par la bouche, une fois la pièce encrassée ; on s'exagéra beaucoup cet inconvénient. Une autre considération pesa à son tour dans la balance, ce fut la crainte d'épuiser le trésor, déjà rudement éprouvé par les dernières guerres ; enfin une dernière entrave, peut-être, ce fut le respect qu'on vouait à l'ancien matériel et l'appréhension qu'on avait de faire disparaître, par une nouvelle invention, la vieille corporation de l'artillerie d'Allemagne. Cette idée, née en Allemagne, fut donc méconnue et stérile ; elle n'en reste pas moins à la mémoire de Reichenbach.

Ce n'est pas pour la première fois que l'on fait mention de l'invention de Reichenbach. Dans un ouvrage publié en 1831, par le général de cavalerie bavarois Albert comte de Pappenheim, sous le titre de *Rêveries militaires*, on lit (p. 113, 2e partie), ce passage :

« Puisqu'il existe des carabines rayées, pourquoi « ne ferait-on pas des canons rayés ?... La chose ne « nous paraît nullement impraticable. Nous avons « vu faire des expériences avec un pareil canon, et « ce résultat a été très-satisfaisant ; quelques

« épreuves de plus, quelques petites modifications « et l'œuvre était couronnée de succès. La mort « prématurée de l'ingénieux inventeur (nous citons « son nom, Reichenbach, car il a suffisamment « d'autorité pour nous mettre à couvert, dans le « cas où l'on voudrait nous accuser de chimères), « le peu d'attention qu'on prêta à ses travaux, « l'empire de la routine, les dépenses qu'exigèrent « ses expériences, tout cela fit échouer l'entre- « prise. »

§ 6. Pendant les années de paix, on fit, en Angleterre, de nouveaux essais, basés sur les principes de Robins et de Hutton, pour perfectionner la forme des projectiles, ainsi que le démontrent les expériences faites avec succès en 1820, et dont on a parlé plus haut. Robins construisit, comme nous l'avons déjà dit, en 1756, un boulet de forme ovoïde avec intention de porter aussi avant que possible le centre de gravité. D'après Borda et Hutton, la forme ogivale était la plus convenable pour la partie antérieure des projectiles allongés, parce que la partie postérieure de la pointe du projectile se rapproche du parallélisme avec son axe de figure et facilite, par conséquent, l'écoulement

de l'air le long de ses parois vers la partie postérieure.

Ces idées, comme celles de Reichenbach, restèrent également à l'état de théorie pour la science chez le peuple anglais, dont l'esprit spéculatif n'était alors tourné que vers le commerce et l'industrie, et ne furent pas rendues plus pratiques que celles de Reichenbach.

Dans un article sur le canon Armstrong, publié en 1859 dans le journal anglais *Galignani's Messenger*, n. 17 et 18, on exprime le regret que l'Angleterre ait méconnu l'invention des boulets allongés vu que l'initiative avait été prise par un nommé Gruner qui fabriqua, en 1836, une balle et une carabine tout à fait identiques à celles que proposa plus tard le capitaine français Minié.

C'est seulement en 1828 qu'on fit, pour la première fois, en France, des expériences dans lesquelles M. Delvigne, capitaine, tira des balles cylindro-coniques unies, au moyen de fusils rayés. Les résultats favorables qu'on obtint et les points de vue importants auxquels ils donnèrent lieu, trouvèrent enfin en France, et auprès d'hommes spéciaux, la faveur qu'ils méritaient. La semence tomba ici sur un terrain où, habitué aux révolu-

tions, on ne se laissa par effrayer par une transformation complète du système de construction des armes à feu. Le chemin tracé fut bientôt suivi, en France, par Tamisier, Minié, Timmersham, et peu à peu en Angleterre par Greener, Wilkinson Pritchett, etc. ; chacun avait un système particulier de construction, fondé sur la *pression*, la *compression* et l'*expansion* des projectiles allongés.

§ 7. L'idée avait mûri ; elle renversa le vieux système de construction des armes à feu, déclara mensongères toutes les théories physiques et mathémathiques d'après lesquelles la forme sphérique était la plus avantageuse pour les projectiles tirés par les bouches à feu.

Des études approfondies, faites ultérieurement, expliquèrent clairement la supériorité des projectiles allongés lancés au moyen de canons rayés, sur les projectiles sphériques ; les nouvelles propriétés qu'on trouva aux premiers, leur donnaient toutes chances de succès. Ces propriétés peuvent se résumer ainsi : augmentation de la masse du projectile pour un même calibre, plus grande vitesse, moindre résistance de l'air, diminution de la perte de vitesse dans la trajectoire, durée du mouvement de rotation du projectile autour de son axe longitudi-

nal, si la pointe est toujours en avant, trajectoire plus tendue, trajectoire parcourue en moins de temps, champ de tir plus étendu, enfin diminution des inconvénients provenant des erreurs d'appréciation des distances.

Ce n'est pas au lieutenant-colonel Christophe de Reichenbach (père), mais au capitaine Georges de Reichenbach, son fils, savant distingué, dont le nom figure avec honneur dans les annales allemandes, françaises, anglaises, russes et espagnoles, que sont dues les premières idées sur le tir des boulets oblongs au moyen de canons rayés. Christophe mourut en 1821 comme lieutenant-colonel commandant la compagnie d'ouvriers; son fils quitta cette compagnie comme capitaine en 1809, pour entrer dans le service civil de Bavière et mourut en 1826 comme directeur général des ponts et chaussées et des salines.

C'est à ce même Reichenbach qu'appartient la priorité d'avoir appliqué le principe des projectiles à expansion aux boulets oblongs pour canons rayés avant même que ce système ne fût appliqué aux armes à feu portatives ; car ce n'est qu'en 1840 que le capitaine Delvigne et, après lui, M. Minié fit voir qu'une cavité pratiquée dans la partie posté-

rieure des balles en plomb oblongues, a une influence très-avantageuse sur le forcement du projectile.

B. INVENTIONS MODERNES.

Système Cavalli.

§ 8. Les premiers efforts tentés pour l'introduction dans les armées des canons rayés se chargeant par la culasse, se sont manifestés, il y a 15 ans, presque simultanément par Cavalli pour le Piémont, et par Wahrendorff, le célèbre propriétaire des fonderies d'Aker, pour la Suède. Les expériences furent d'abord très-peu concluantes; elles devinrent plus sérieuses après quelques essais, mais dès le principe, elles posèrent la question sur le terrain où elle est encore aujourd'hui, à savoir, s'il est préférable de conserver le vent et de se servir dans les canons rayés de boulets à ailettes, ou bien s'il faut employer des projectiles complètement forcés.

Les expériences de Cavalli furent poursuivies à

Turin en 1852, en 1853 et en 1854. C'est à cette dernière époque que l'inventeur mit la dernière main aux modifications qu'il projetait. Il s'était arrêté à un boulet cylindro-ogival, à ailettes allongées, dirigées suivant l'inclinaison des rayures et se prolongeant au delà de la partie ogivale. Il voulut l'appliquer, non-seulement à l'artillerie de siége, mais à l'artillerie de campagne pour le calibre de 6. Malheureusement l'épreuve n'aboutit point ; les longues ailettes présentaient de graves inconvénients, on fut obligé d'y renoncer pour les canons de campagne. Récemment, au siége de Gaëte, les canons rayés Cavalli furent mis en présence des canons système français ; ceux-ci obtinrent sur les premiers une supériorité marquée dans le tir.

La culasse mobile y fut aussi décidément jugée. Plusieurs de ces mécanismes éclatèrent dans les tranchées et une explosion qui se produisit à bord d'une canonnière la mit complètement hors d'usage. Ces résultats étaient prévus, car déjà le journal militaire de Turin (*Revista militare*) de 1859 annonçait « qu'à la suite de l'expérience acquise « dans la dernière campagne, le chargement par « la culasse serait tellement hérissé de difficultés

« qu'il deviendrait impraticable à la guerre. »

Le Piémont qui, pour le canon de campagne, a déjà abandonné le système Cavalli, est forcé de l'abandonner également pour les canons de siége et de place. C'est une première puissance qu'il faut rayer de la nomenclature que l'exposé des motifs invoque à l'appui de ses allégations.

Près de vingt ans s'écoulèrent encore jusqu'à ce qu'on adoptât enfin le système des canons rayés et des projectiles allongés. En 1846. M. Cavalli, major dans l'artillerie piémontaise, fit, après Riechenbach, le premier pas pour l'introduction de ce nouveau matériel. Pour remédier aux difficultés de chargement par la bouche, dues au peu de vent du boulet dans les rayures, surtout après un certain encrassement de l'âme, M. Cavalli adopta le chargement par la culasse, et pour en faciliter l'exécution, il construisit le mécanisme suivant (fig. 2).

Dans le massif de la culasse, et suivant des sections horizontales et perpendiculaires à l'axe du canon, est pratiquée une ouverture *a*, dans laquelle glisse un coin *b c*, tournant en arrière sa surface oblique, et muni d'une poignée à chaque extrémité; au moyen de ce coin, on ferme, du côté de la cu-

lasse, le tube du canon ouvert à ses deux extrémités Près de la partie faible du coin, l'une des poignées est maintenue solide au moyen d'une chaîne dont la longueur est telle que la partie opposée à la portion enchaînée du coin ne puisse sortir de sa coulisse pendant le chargement. La charge une fois introduite, on pousse avec force le coin dans son encastrement. Entre la charge de poudre et le coin se trouve un tampon ou culot en fonte de forme cylindrique *d* qui ferme le fond de l'âme, et dont la partie tournée vers la bouche du canon est concave; ce culot forme en *e* une surface légèrement oblique qui est reliée à son extrémité postérieure à la partie tronconique de l'âme au moyen d'une tringle à vis *f*. A la partie postérieure du culot se trouve un anneau en cuivre *r*, qui au moyen de son élasticité, doit fermer hermétiquement l'âme par la pression du coin.

L'emploi de ce mécanisme exigea une grande solidité de culasse, et pour en assurer et augmenter la résistance, on donna à la section horizontale de cette partie de l'âme la forme octogonale.

§ 9. M. Cavalli adapta ce mécanisme à un tube en fonte dont la surface extérieure mesurait 8 pouces, et donna au canon ainsi construit un diamètre

de 165 millimètres, pareil à celui des canons de 30 livres.

Pour faciliter le placement de la base du culot cylindrique, il porta, de ce côté, le diamètre d'âme à 176 millimètres, de sorte que la partie antérieure de ce culot entrait encore sur une longueur de 62 millimètres dans l'âme du canon, puis à partir de ce point, la longueur de l'âme mesure $2^m,04$, c'est-à-dire 12 calibres et demi seulement. Il donna à la paroi intérieure de l'âme deux rayures diamétralement opposées de 8 millimètres de profondeur, et 32 millimètres de largeur, qui s'étendaient depuis la bouche du canon jusqu'au fond de l'âme, formé par le petit culot cylindrique. Le pas de l'hélice faisant un angle de 7° 50′ avec le plan méridien de l'âme, son développement était d'un tour sur une longueur de $3^m,77$, et un demi-tour sur celle de $2^m,04$. Les rayures avaient des arêtes vives extérieurement et leur forme intérieure était arrondie sphériquement. Cet arrondissement *a b* avait lieu suivant un cercle concentrique à l'âme, dont le rayon avait 9 centimètres et qui se reliait de chaque côté aux arêtes suivant des cercles *cc* de 8 millimètres de rayon. Leur direction était telle que le point de départ se trouvait dans le plan vertical du tir,

car l'expérience avait démontré que pour les rayures dont la naissance se trouvait dans un plan horizontal, il arrivait fort souvent que les ailettes du projectile se consolidaient tellement dans leurs rayures que l'on se vit forcé de décharger et de recharger de nouveau.

Le canon, y compris la culasse, mesurait 2^{m},67 en longueur; son poids était de 3,350 kilogr.

§ 10. M. Cavalli fit usage de deux sortes de projectiles allongés en fonte. La portion principale avait extérieurement la forme d'un cylindre dont la surface réelle était arrondie; la partie antérieure était terminée en pointe conique ou ogivale et portait un canal pour une fusée à percussion (fig. 4 et 5); la partie cylindrique avait suivant sa longueur deux ailes *aa* diamétralement opposées dont la direction, la forme et les dimensions correspondaient à celles des rayures. La forme du projectile était telle, que composé d'un métal plus mou que celui du canon, il devait infailliblement pénétrer dans les rayures par la force de la poudre et prendre forcément le mouvement suivant l'hélice Ces ailes se prolongeaient au-delà de la partie cylindrique jusqu'au 1/3 de la partie ogivale et avaient l'inclinaison des rayures. La construction et les dimensions des

ailes étaient les suivantes (fig. 6) : Le bord extérieur forme un cercle *a b* concentrique à la surface cylindrique du projectile et d'un rayon de 89 mill. Les côtés *c c* se raccordent d'un côté avec *a b* au moyen de cercle de 8 millimètres de diamètre, et de l'autre avec la surface cylindrique du boulet au moyen d'un arc de cercle de 6 millimètres et demi. La longueur totale des ailes est de 240 millimètres, avec une élévation de 8 millimètres et une largeur de 3 millimètres. Au milieu de chaque 1/2 surface cylindrique se trouve un petit rebord ou ailette *cc* dans le but d'assurer davantage le mouvement du projectile par un allongement de la partie cylindrique.

La longueur totale du boulet cylindro-conique est de $0^m,42$; celle du boulet cylindro-ogival est de $0^m,38$; le premier a donc une longueur de 2,7 fois, le dernier de 2, 3 fois le calibre. Le poids d'un pareil projectile creux est de 30 à 31 kilog. Le vent de la partie cylindrique du boulet est de 3^{mm}, à la partie cylindrique; de $1,2^{mm}$, par rapport à la hauteur de $1^{mm},4$, par rapport à la largeur des ailettes.

Au moyen de ce canon de 30, M. Cavalli obtint une augmentation très-considérable de portée qui sous un angle de 14° 42' et avec une charge de 2 k.

38 de poudre alla jusqu'à 3050 mètres. La portée de l'obusier français de 22 centim. à âme lisse, avec une charge de 4 k. et sous l'angle de 13°, reste de 900 mètres inférieure à celle du canon Cavalli.

§ 11. En 1847, M. Cavalli continua ses expériences à Stafsjo (Suède) avec un canon à bombe rayé, en fonte de fer, de 50 livres et construit d'après le même principe. Le diamètre d'âme de cette pièce était de 208 millim., sa longueur totale de 14 calibres et la longueur d'âme de 10,7 calibres; son poids total était de 4700 kilog. D'après les expériences comparatives faites avec ce canon et avec un mortier sarde de 10 pouces, de construction ordinaire (à âme lisse de 27 cent. de diamètre), et dans lesquelles on se servit pour le premier du boulet cylindro-ogival et pour le second de bombes sphériques, tous les deux du poids de 60 kilog., on remarqua des différences de portée en faveur du canon rayé. Ces différences furent sous un angle de 4°, et avec une charge de 6 kilog. de poudre, de 320m, et sous un angle de 15° et avec même charge, de 817 mètres.

Avec le canon rayé, on obtint une portée moyenne de 1630 et la portée maxima fut de 3020 mètres.

Ces portées étaient directes, car avec le ricochet, on alla à 4050 mètres sous un angle de 5°, et à 4150^{m}, sous celui de 15°; avec l'obusier ordinaire, on ne dépassa pas 2750 et 2850 mètres.

Les déviations latérales du canon rayé, sensibles même pour le premier point de chute, eurent lieu constamment d'après le mouvement de rotation du projectile suivant la direction des rayures, c'est-à-dire à droite. Cette déviation fut de 75 mètres pour une distance de 3000 mètres, pour le canon de 30 livres ; pour celui de 50 livres et sous un angle de 5°, il y eut une déviation de 20 mètres pour une distance de 2000 mètres; enfin, elle fut de 100 mètres, avec 5° de hausse pour une distance de 4000 mètres.

§ 12. Bien que le tir des canons rayés avec projectiles oblongs eût donné de grandes déviations latérales, on remarqua néanmoins que ce résultat se produisait avec une rare régularité, toujours d'un même côté. La cause de cette déviation est la même que celle que donnent les armes à feu portatives. On y remédia par un moyen semblable à celui employé pour le fusil par Tamisier, c'est-à-dire par

une correction dans le plan horizontal de la ligne de mire pour des distances de plus en plus grandes ; la justesse du tir augmenta d'une manière remarquable.

D'après des épreuves faites en France, avec l'obusier rayé de 30 livres de Cavalli et le boulet cylindro-ogival à la charge de 4 k. et sous l'angle de 13°, on obtint sur une distance moyenne de 3470 mètres, une déviation moyenne latérale de 89 mètres ; la différence entre la plus grande et la plus petite déviation ne dépassa pas 20 mètres. On pouvait conclure d'après cela que si, pour cette distance, on faisait une correction à la ligne de mire afin de la faire correspondre à un point situé à 89 mètres sur la gauche de l'axe de la pièce, on n'obtiendrait plus qu'un écartement moyen de 6^{m},8.

D'après cette loi déviatrice, Cavalli plaça sur le côté droit de la pièce un mécanisme qui permit de corriger la ligne de mire dans le plan horizontal de l'âme ; pour les différentes distances, ce moyen de correction consiste en une hausse vissée sur le tourillon droit et une visière fixée sur la culasse du même côté ; on donna à ce dispositif le nom de *hausse horizontale*.

Les essais faits en 1854, à Turin, avec un canon de 30 livres, donnèrent lieu aux résultats suivants :

Hausse verticale.	Hausse horizontale.	Portée.	Différences de portée d'après la portée moyenne.	Déviation latérale.
degré.	millimètres.	mètres.	mètres.	mètres.
10	43,2	2806	— 42 + 59	2,81
15	53,2	3785	— 57 + 64	3,21
20	93,3	4511	— 60 + 65	3,72
25	150,2	5103	— 40 + 42	4,77

Dans d'autres expériences, ce canon donna sous un angle de 30°, une portée de 5660 mètres et une déviation latérale de 4^m,77. Ces chiffres, obtenus par la pratique, accusent clairement la supériorité de la justesse du tir des canons rayés sur celle des canons à âme lisse, surtout quand on remarque que le canon-obusier français de 22 centimètres à âme lisse donne pour une distance de 2400^m, une déviation latérale moyenne de 47^m et une différence moyenne de portée de 52 mètres.

§ 15. Au sujet de la force de percussion des boulets cylindro-ogivaux, on a pu constater leur grande pénétration dans le sol. Sous ce rapport encore, ils

l'emportent considérablement sur les obusiers de 22 centim., qui avec la plus grande charge de 3 k. 5, et pour une distance de 1200 mètres, ne peuvent plus faire acquérir au projectile une vitesse assez grande pour le loger dans le flanc d'un vaisseau.

A 2650 mètres, le boulet oblong du canon rayé pénétra encore dans les terres jusqu'à une profondeur de 3ᵐ,5. Dans les expériences faites à Turin, pendant les années 1852, 1853 et 1854, on se servit aussi d'un canon de campagne de six livres en fonte de fer, muni d'après le même système de 2 rayures faisant un tour sur une longueur de 2ᵐ22; le poids du canon était de 750 k. Les boulets cylindro-ogivaux, avec deux ailettes, étaient soit creux et pesant 6 k., ou massifs et pesant 8 k. Les portées obtenues avec les boulets creux et avec les charges de 100, 200 et 300 grammes, étaient de 104, 207 et 285 mètres. A la charge de 1 k. 2, et avec une hausse de 50 et 70 millimètres, les boulets creux portèrent à 1281 et 1350 mètres, et les boulets pleins à 1311ᵐ, avec une hausse de 70 millimètres, et avec la même charge, à la distance de 1350 mètres, le projectile creux eut encore une déviation de 2ᵐ, 5 à droite ; on avait eu soin de pointer la pièce de 47 millimètres sur la gauche.

Les premières expériences de Cavalli en 1846, déterminèrent le gouvernement sarde, à commander à la fonderie de Aker, en Suède, 20 canons rayés de 30 livres en fonte de fer, destinés à l'armement du port de Gênes. Les expériences et tous les perfectionnements qu'elles amenèrent jusqu'en 1854, attirèrent l'attention de l'artillerie française qui s'occupait très-activement depuis 1851, à Vincennes, du tir avec des canons rayés en bronze de petit calibre, et modifiait son matériel par l'introduction du canon rayé et des projectiles oblongs.

Système Wahrendorff.

§ 14. Avant Cavalli, M. Wahrendorff, propriétaire des forges d'Aker, en Suède, s'occupait déjà, en 1843, de canons rayés en fonte et du chargement des pièces par la culasse. Il se servit néanmoins de boulets sphériques qu'il enveloppa de plomb pour en faciliter la pénétration dans les rainures; le diamètre du boulet ainsi enveloppé dépassait même un peu celui de l'âme.

Mais à l'apparition des boulets oblongs de Cavalli, M. Wahrendorff adopta, en 1851, la même forme de projectile pour le chargement par la cu-

lasse et modifia la partie postérieure du canon. Son système se composait d'un cylindre *a* (fig. 7), maintenu en place au moyen d'un autre cylindre *b*, traversant perpendiculairement le premier et le canon. Le premier cylindre portait à sa surface antérieure un tampon conique *c*, qui touche le cylindre par sa petite base. Ce tampon était lui-même entouré d'un cercle en acier *d*, engagé dans la rainure laissée entre le cylindre et le tampon fendu à un endroit. M. Wahrendorff choisit un canon de 32 livres de 160 millimètres de diamètre d'âme; il y pratiqua 6 rayures peu profondes et de peu de pas, s'étendant depuis la bouche jusqu'à la chambre; cette dernière partie n'était pas rayée et s'étendait en s'élargissant de 14 millim. jusqu'à la profondeur des rayures. Le boulet allongé *e f*, en fonte et de forme cylindro-conique, avait une enveloppe polie en plomb qui couvrait complètement la partie cylindrique et à moitié la partie conique; cette enveloppe était maintenue au moyen de rainures pratiquées dans le fer du projectile dans différentes directions. Pour empêcher le plomb de se défaire ou de s'user, ces rainures étaient les unes circulaires et suivant les sections droites des cylindres, les autres dirigées dans le sens des rayures. Un projectile

de cette espèce fait pour le canon de 12 livres pesait 13 k. 5. Le noyau du boulet était creux; sa partie antérieure portait un canal de lumière, surmonté d'une fusée. Le projectile ainsi enfermé dans son enveloppe de plomb remplit toute la partie de la chambre dont le diamètre est supérieur à celui de l'âme; il en résulte que la pression des gaz forcera la partie cylindrique à s'engager dans les rayures du canon.

Plus tard, Warhendorff supprima l'enveloppe en plomb et ne donna à ses projectiles creux en fonte que trois cercles en plomb *a b* (*fig.* 1), pressés en forme de queue d'hyronde dans la partie supérieure du projectile.

§ 15. Le système de construction Wahrendorff diffère de celui de Cavalli, en ce que dans le premier suivant en cela le principe du chargement des armes à feu portatives par la culasse, le projectile est enfermé dans une chambre d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'âme; quand le coup part, ce projectile, pressé par les gaz développés par la combustion de la poudre, pénètre dans les rayures et prend ainsi un mouvement de rotation autour du grand axe. Ainsi, le système Wahrendorff repose sur le principe d'engager par compression le

boulet dans les rayures, par la force des gaz de la charge, ce qui est tout à fait le contraire du système Minié, dans lequel le projectile entre dans les rayures du boulet par l'expansion de sa partie postérieure. Le système Cavalli est donc le seul qui ne varie pas dans sa forme.

Comme pour la construction de l'âme dans le système Wahrendorff, on ne donne aux rayures que peu de pas d'hélice et peu de profondeur, elles sont munies d'arêtes arrondies ; la chambre a juste le diamètre du boulet afin que ce dernier ait constamment son axe autant que possible confondu avec l'axe de l'âme ; le raccordement de la chambre avec l'âme doit être suffisamment long pour que le passage du boulet sortant de la chambre pour entrer dans l'âme rétrécie du canon, n'ait pas lieu trop brusquement.

§ 16. Les résultats remarquables que, d'après un rapport suédois de 1854, donnèrent les expériences faites avec quelques pièces Wahrendorff venant de la fonderie de Stora, en présence du roi et de l'héritier présomptif, déterminèrent le gouvernement suédois à armer la forteresse de Waxholm avec des canons rayés de ce système.

Depuis 1850, on voit également dans les batte-

ries à Portsmouth, des canons Wahrendorff du calibre de 8 pouces. Dans le rapport annuel de l'académie des sciences militaires suédoises de 1857, on trouve que les forteresses suédoises contiennent près de 92 canons Wahrendorff, et celles de Prusse près de 20. Quant à la justesse de tir des canons rayés avec boulets allongés du système Wahrendorff, on apprend d'après les expériences faites en 1851, à Berlin, que les boulets du poids de 24 livres (11 k. 2), tirés avec les canons rayés de 12 livres, avec la charge de 1 livre (0 k. 47), à la distance de 400 pas (300 mètres), et à la charge de 1 livre 1/2 (0 k. 70), et à 800 pas (600 mètres), touchèrent à chaque coup une cible de 4 pieds carrés (1^m, 24). Les projectiles oblongs ricochèrent parfaitement et ne donnèrent lieu à aucune déviation.

Des expériences ont été faites vers la fin de 1860 par le gouvernement prussien avec des canons système Wahrendorff perfectionné, pour juger de la valeur de ces canons comme pièces de siége.

Nous donnons ici quelques appréciations tirées de l'ouvrage d'un officier prussien, le capitaine Weigelt, dont l'opinion ne peut certainement être suspiciée.

De toutes les expériences tentées à Juliers, il n'en est pas une qui permette d'attribuer la moindre supériorité au canon rayé de Prusse sur la pièce rayée du système français.

Les expériences à Juliers ont été poursuivies pendant six jours, du 17 au 18 et du 25 au 28 septembre 1860. Elles se résument en huit épreuves de tir dont sept contre des maçonneries et une seule contre des embrasures en terre d'une batterie d'attaque.

Des sept épreuves contre la maçonnerie, une seule a eu pour objet de battre en brèche le revêtement du corps de place; les six autres ont été dirigées contre les murs peu épais d'un réduit et d'un blockhaus, contre trois escarpes détachées et contre un mur de masque de casemate.

Nous les exposerons dans l'ordre où l'auteur les a décrites, en convertissant les mesures de longueur, qu'il a suivies, en mètres et fractions de mètre, à raison de 31 centimètres par pied et de 70 centimètres pour le pas.

Dans la première épreuve on s'est proposé de faire brèche à la muraille d'un petit blockhaus blindé, placé en avant d'une lunette. On y a employé deux canons de bronze rayés du calibre de

6, à boulets explosifs. La muraille battue avait 1^m15 d'épaisseur, 9^m10 de longueur et 2^m17 de hauteur, dont 1^m55 seulement hors du petit fossé qui l'entourait.

Les deux canons étaient placés à une distance de 840 mètres. Il fut tiré 32 boulets explosifs dont 8 atteignirent le but et y percèrent une ouverture praticable. La face était protégée, à 28 mètres, par un chemin couvert qui dépassait le mur de 1^m21.

Cette première épreuve n'a rien de remarquable; des pièces lisses du calibre de 12 auraient produit le même résultat, et il n'y a même pas lieu de revendiquer ici la précision du tir en faveur du canon rayé prussien dont le quart seulement des projectiles ont atteint le but.

A la même distance de 840 mètres, la pièce rayée française du calibre de 4 opère avec plus de justesse et d'efficacité que la pièce rayée prussienne du calibre de 6, en offrant, en outre, sur celle-ci, l'avantage précieux d'une grande économie de poudre et de fonte.

Dans la deuxième épreuve, il s'est agi de ruiner un réduit en maçonnerie blindé. A cet effet, on s'est servi de deux canons rayés du calibre de

12, à projectiles explosifs de 24, établis à la distance de 840 mètres. La crête du parapet couvrant, situé à 42 mètres, s'élevait de 93 centimètres au-dessus du mur, qui avait une hauteur de 3m41, sur une épaisseur de 1m24. Il fut lancé 64 projectiles, dont 47 atteignirent le but et pratiquèrent une ouverture de 3m31 sur 1m86.

Il n'est rien dans cette épreuve que des pièces lisses n'eussent accompli tout aussi bien.

L'entonnoir formé par le projectile de 24 éclatant dans la maçonnerie, était profond de 38 centimètres, haut de 0,70 et large de 0,77.

Le projectile explosif de 12, dans le système du canon rayé français, produit ordinairement dans la plus forte maçonnerie un entonnoir d'une profondeur de 82 centimètres, avec une ouverture à l'entrée de 0,80.

La troisième épreuve a eu pour objet le tir en brèche d'un mur détaché du flanc droit d'une lunette, à la distance de 560 mètres. La muraille avait 4m03 de hauteur, 2m33 d'épaisseur aux piliers et une épaisseur de 1m08 au mur de retenue. Six pièces rayées de 12 y furent employées, qui lancèrent 132 boulets explosifs pour pratiquer une brèche de 9 mètres. L'entonnoir ouvert par le pro-

jectile creux dans la muraille encore intacte était d'une profondeur de 62 centimètres sur 0,85 de hauteur et 0,93 de largeur.

Ces résultats n'ont rien de comparable aux effets qu'on a vu produire, dans les mêmes conditions par la pièce rayée française.

Les trois épreuves dont il vient d'être parlé constituent des tirs indirects, où l'objet à battre est caché à la vue de l'assaillant par un terrassement. Ces épreuves ne sont pas nouvelles. Ainsi, en Angleterre et en France, des murs beaucoup plus solides et placés derrière des épaulements qui les abritaient bien mieux, ont été facilement abattus dans des essais où il n'a été fait emploi que de canons lisses tirant à boulets pleins. Lors des expériences que le duc de Wellington a dirigées à Woolwich, l'escarpe détachée d'une épaisseur de 2 mètres en moyenne, était protégée par une contre-garde de terre éloignée seulement de 18^{m}20. S'il a fallu un nombre plus considérable de boulets pleins qu'il n'a été lancé de projectiles explosifs à Juliers, il n'en est pas moins vrai que le succès qu'on s'était proposé a été pleinement obtenu, à la distance de près de 500 mètres. Les démoli-

tions effectuées, en 1847, à Bapaume, n'ont pas été moins remarquables.

Les pièces, comme on l'a vu, étaient placées à 560 et à 480 mètres. Mais que valent ces portées pour un canon rayé, lorsqu'on les compare à celles de l'artillerie lisse au siége de Sébastopol? Là les batteries de Chapman et de Gordon n'étaient à rien moins qu'à 1,300 mètres de l'objet à battre, et dans l'attaque contre le front de Malakoff la batterie la plus avancée des Français était encore à 450 mètres des remparts. C'est donc en toute assurance qu'on peut dire qu'à Juliers, dans la pacifique épreuve où ils ont tonné en toute sécurité, les canons rayés prussiens n'ont en aucune façon justifié les grandes portées qu'on sait être le partage de l'artillerie nouvelle de la pratique française. Dans le tir à embrasure qui a fait l'objet de la huitième épreuve décrite par le capitaine Weigelt, on n'a tiré qu'à la distance de 735 mètres. Il y a lieu de s'étonner qu'on n'ait pas osé attendre une portée efficace plus grande du canon qu'on expérimentait.

Dans la quatrième épreuve, une escarpe détachée à la face droite d'une lunette, a été battue en brèche à 35 mètres. Elle était de 4^{m}50 de

hauteur, et d'une épaisseur de 2ᵐ20 aux piliers et de 0,94 au mur de retenue. Il a été fait emploi de six canons rayés du calibre de 6, à boulets explosifs. L'entonnoir produit dans la muraille intacte, avec la charge ordinaire de campagne, mesurait 53 centimètres de profondeur, 0,50 de hauteur et 0,62 de largeur. La brèche avait en tout 18 mètres, et il a fallu lancer pour la former, 287 projectiles de 12 livres. Le résultat est considéré par notre auteur comme très-satisfaisant.

C'est ici surtout qu'apparaît, d'après les renseignements que nous possédons, l'immense supériorité du canon rayé français. Une pièce de 4 à une distance de 80 mètres, c'est-à-dire de plus du double, a pratiqué dans une muraille de 1ᵐ20 d'épaisseur, en ne lançant que 29 projectiles creux, une ouverture de trois mètres. Ainsi, pour produire un résultat meilleur que celui de la quatrième épreuve effectuée à Juliers, il n'aurait fallu en France, avec une pièce d'un calibre moins fort de moitié, que 130 projectiles lancés à une distance de plus du double.

La cinquième épreuve a eu lieu, le 25 septembre, en présence de S. A. R. le Prince Régent.

On s'était proposé de détruire le mur de masque détaché de la face gauche d'un bastion de la citadelle, à l'effet de découvrir la partie de revêtement que le lendemain on devait mettre en brèche. Quatre canons rayés du calibre de 24, à boulets explosibles, couronnaient le chemin couvert, à 56 mètres du but. Le mur de masque avait une épaisseur de 1^m81, sur une hauteur de 7 mètres. L'entonnoir produit par le premier projectile mesurait une profondeur de 82 centimètres sur 1^m24 de hauteur et 1^m16 de largeur. Après l'emploi de 117 projectiles, la brèche était ouverte sur 42 mètres de longueur.

Cent dix-sept boulets explosibles lancés par un canon rayé du calibre de 24 pour abattre un mur de 1^m81 d'épaisseur seulement, le nombre est énorme. Ainsi en jugèrent les officiers prussiens eux-mêmes, et ils ne furent pas sans appréhension pour la réussite du tir en brèche du lendemain, ainsi que s'en explique le capitaine Weigelt, p. 24 de sa brochure. Que n'auraient-ils pas pensé, s'ils avaient connu les magnifiques résultats du tir de la pièce rayée française du même calibre de 24? Les essais en France ont prouvé, en effet, qu'il suffisait de 28 obus pour pratiquer

une brèche de 10 mètres de longueur dans une forte maçonnerie de 3 mètres d'épaisseur.

Le tir capital de la série d'épreuves tentées à Juliers, a été la mise en brèche du corps de place par une batterie de quatre pièces rayées du calibre de 24, établies sur le couronnement du chemin couvert, à 91 mètres du revêtement. C'est le 26 septembre qu'il a été procédé à l'opération, avec la plus grande solennité, en présence du Prince Régent, de S. A. R. le général Feldzeugmeister et de tous les membres d'une foule de députations. Le mur à abattre remontait à la première moitié du XVIe siècle. Construit en briques et à voûtes de décharge, il avait une hauteur de 11^{m}78, sur une largeur de 2^{m}17 au sommet, et de 3^{m}80 là où se devait creuser la principale tranchée horizontale, tracée à un tiers de la hauteur de l'escarpe, sur une longueur de 13^{m}64 ou 44 pieds. Si nous disons *tranchée horizontale principale*, c'est que dans le cours de l'épreuve on s'est vu forcé d'en tracer une seconde, à 1^{m}55 plus haut, pour la réunir à la première par des coups dirigés contre le petit massif de séparation.

Un officier suisse, présent à Juliers, n'a pas

hésité d'écrire à la *Revue militaire de Lausanne* « qu'une batterie de canons rayés prussiens de 24 avait eu bien de la peine à pratiquer sa brèche, et qu'elle a dû tirer, à cet effet, le triple des coups présumés par le calcul. » Le capitaine Weigelt, dans son intéressante brochure, confirme assez directement l'assertion qui, au surplus, n'a pas été réfutée. En effet, il raconte, en historien véridique, que la tranchée ne put être achevée le 26 septembre. Le Prince Régent quitta le terrain avant que le tir eût terminé la ligne horizontale. Déjà on avait lancé 163 projectiles explosifs. Notre auteur cherche à expliquer le mécompte, en disant qu'on avait dû cesser le feu à trois heures : *Weil das Feuer um 3 Uhr nachmittags eingestelt werden sollte.* »

Le lendemain, après le départ du Prince Régent, on acheva le travail interrompu la veille. Il fallut encore 62 projectiles explosifs rien que pour parfaire la tranchée horizontale qui exigea ainsi l'emploi de 225 obus. Soixante-neuf autres boulets creux menèrent l'opération à terme, d'où résulte que la brèche avait coûté en tout 294 projectiles explosifs.

L'entonnoir du premier boulet de 24 sur le mur

encore intact, avait été de un mètre de profondeur sur 0,73 de hauteur et 0,77 de largeur.

Si l'on jette les yeux sur la photographie qui représente la brèche si péniblement pratiquée, dans la paisible poursuite d'un essai auquel personne ne songeait à porter obstacle, on se pénétrera bien vite de la conviction qu'elle était peu propre encore, quoi qu'en dise notre honorable auteur, à faciliter un assaut régulier.

Néanmoins, le capitaine Weigelt se félicite hautement du résultat.

Il prétend que, dans une semblable maçonnerie, des canons lisses de 24 auraient eu de la peine à agir avec autant d'efficacité et qu'ils n'auraient pas achevé l'opération après dix heures d'un feu calme.

Dans les épreuves de tir en brèche effectuées à Bapaume, en 1847, alors qu'il n'était pas question encore de bouches à feu rayées, il n'a fallu que 285 boulets pleins de 24 pour ouvrir une brèche très-praticable de 20 m. de longueur, dans un revêtement de forte maçonnerie ayant une épaisseur de 3^{m}63 au niveau de la tranchée horizontale, et l'opération a été parachevée en cinq heures et demie.

Ainsi pour battre en brèche le canon rayé de Prusse du calibre de 24 est inférieur, à tous égards, et de beaucoup encore, à l'ancien canon lisse de 24.

Nous venons de mettre en présence le canon rayé allemand et l'ancien canon lisse, l'un et l'autre du calibre de 24, et l'on ne peut méconnaître que, pour le tir en brèche, le dernier l'emporte incontestablement sur le premier, malgré l'avantage, au profit de celui-ci, d'un projectile non-seulement explosif, mais encore d'un poids qui s'élève au double.

Quelle différence lorsque l'on compare le canon lisse au canon rayé du système français! Dans ce parallèle, il n'est pas nécessaire de recourir à la pièce rayée du calibre de 24 ; il suffit du canon de 12 ou de 4 seulement.

En France, on a armé contre un mur de revêtement des plus solides, une batterie de canons lisses de 24, à une distance de 22 mètres, et l'on a battu une maçonnerie tout aussi forte au moyen d'une batterie de pièces rayées de 12, à 62 mètres de distance.

A une distance triple et en moitié moins de temps la batterie rayée a pratiqué sa brèche.

La comparaison a été faite ensuite entre le 24 lisse et le 4 rayé, à une distance pour ce dernier de 140 mètres.

Le 4 rayé a pratiqué sa brèche en beaucoup moins de temps qu'il n'en a fallu au 24 lisse, en usant infiniment moins de fonte et en économisant 1,000 kil. de poudre.

Où trouver démonstration plus convaincante que les effets de la bouche à feu rayée de la pratique française sont incomparablement supérieurs aux effets du canon rayé de Prusse ?

La solennelle épreuve de Juliers n'a pas été favorable à la bouche à feu allemande. Nous l'avons vu : malgré les améliorations qu'il doit à nos voisins d'outre-Rhin, le canon Wahrendorff du calibre de 24, lançant un projectile explosible de 48, s'est trouvé inférieur, et de beaucoup, à l'ancien canon lisse du même calibre, ne lançant qu'un boulet plein de 24. C'est un capitaine de l'artillerie prussienne qui nous a appris le fait, dont la révélation emporte nécessairement la condamnation irrémissible de la pièce rayée.

Après le tir en brèche contre le corps de place, dont l'insuccès a été si complet à Juliers, deux dernières épreuves ont été tentées, la septième et la

huitième, dans l'ordre où les a décrites le capitaine Weigelt (1).

La septième épreuve avait pour objet la destruction de casemates et d'embrasures en maçonnerie du corps de place. On y fit emploi de trois canons rayés de 12, à 280 mètres de distance. Il a fallu 42 projectiles pour détruire complètement le mur d'une casemate placée dans l'orillon d'un bastion, et 7 seulement pour ruiner les deux embrasures en maçonnerie de la batterie basse du flanc de ce même bastion.

Dans la huitième épreuve, le tir a eu lieu contre trois embrasures gabionnées, à 735 mètres, au moyen de six pièces dont deux de 24, deux de 12 et deux de 6 ; chacun des trois calibres était dirigé contre une des embrasures.

Le 24 détruisit son embrasure avec sept projectiles, après avoir tiré seize coups, si bien qu'il y eut neuf projectiles qui n'atteignirent par le but ;

(1) *Die Schiess-und Breschversuche* zu Jülich, im september 1860, fur offiziere aller Waffen, bearbeit von G. Weigelt, Hauptmann in der Branderburgischen-Artillerie-Brigade (n° 3) und I. Adjudant der II. Artillerie-Inspection. Berlin, 1861, in-8° de 40 pages, avec 2 plans et 7 planches lithographiées d'après la photographie.

— le 12 détruisit la sienne avec neuf projectiles, en n'en perdant que sept; — quant au 6, il fut reconnu complètement impuissant à ruiner l'embrasure qu'il avait à détruire. Après 26 coups, dont 13 seulement portèrent, on cessa le feu.

A la suite de son récit de la huitième et dernière épreuve, le capitaine Weigelt avoue que des canons lisses de 24 et de 12, ne lançant que des boulets pleins de 24 et de 12, et tirant à la même distance de 735 mètres contre des embrasures terrassées, auraient produit des résultats équivalents; seulement il pense qu'il aurait fallu un nombre plus grand de projectiles; en définitive, il ne revendique en faveur du canon rayé allemand que l'avantage de la justesse.

Aussi, dans ses considérations finales, l'auteur, bien loin qu'il veuille prétendre à la moindre supériorité au profit du canon rayé prussien sur le canon rayé français, se garde-t-il bien de les comparer seulement.

En terminant, il se borne à faire remarquer que « l'emploi de canons rayés d'une précision aussi grande que ceux que la Prusse possède, avec l'immense effet des projectiles percutants sur la maçonnerie, doit augmenter encore la prépon-

dérance de l'attaque dans une proportion plus considérable que celle que lui assurait déjà l'ancienne artillerie. »

L'artillerie française, après avoir minutieusement expérimenté le canon Wahrendorff, l'a jugé impraticable, militairement parlant, et l'a rejeté, pour s'en tenir définitivement à l'invention de M. le colonel Treuille de Beaulieu : — canon rayé à chargement par la bouche, avec projectiles entièrement en fer et à tenons de zinc.

La campagne d'Italie et l'expédition de Chine ont consolidé la confiance accordée à un système qui a subi avec un éclatant succès ses épreuves de guerre. Aussi a-t-il été imité déjà, et d'aussi près qu'il a été possible de le faire, par l'Autriche, le Piémont, l'Espagne, le Portugal, Tunis, l'Égypte, la Hollande, la Suisse et jusque par la Russie, quoique cette dernière puissance n'use du chargement par la bouche qu'avec un projectile différent, — la balle Laurentz.

Ce qui suit sera d'un grand poids dans l'appréciation du système Wahrendorff :

Dans le compte-rendu annuel de l'Académie des sciences militaires de Suède, de 1859, le rapporteur, en parlant des progrès de l'artillerie, dit que

d'après les expériences comparatives faites en Norwège avec des canons Armstrong et Wahrendorff, l'avantage serait resté au premier système, sous le rapport de la sécurité et de la facilité dans le service. On remarqua que les ailettes en bois étaient les meilleures pour conduire le projectile dans les rayures ; elles résistèrent à de faibles charges, mais on croit qu'en diminuant la longueur du pas de l'hélice elles pourraient résister à des charges plus fortes.

Voici ce qu'on remarqua dans les expériences belges faites en 1857, avec des canons Wahrendorff : le coin (cylindre transversal) était trop faible pour maintenir la culasse ; on remplaça par une seule pièce les bras de cette dernière, on renforça la poignée, à cause de l'insuffisance de la fermeture. Au commencement il était facile de sortir le coin et de le remettre en place, mais bientôt on dut avoir recours au levier. Après le 199e coup il fut impossible de sortir le coin sans démonter tout le mécanisme : ce qui fit remarquer bien des inconvénients. On finit par conclure que ce système, quoique très-ingénieux, était impraticable en campagne.

Système Armstrong.

§ 17. L'Anglais Robert Armstrong (ingénieur civil à Newcastle Upon-Tyne) fit dès 1854, des expériences sur le canon se chargeant par la culasse, et ses idées sur ce sujet firent de tels progrès, qu'il put, en 1859, livrer son invention sur une plus grande échelle à l'examen d'une commission (fig. 8).

Dans la culasse de la pièce est taillé, depuis le dessus du canon jusqu'au-dessous du fond de l'âme, un évidement en forme de parallélipipède *a* d'une largeur un peu plus grande que le calibre de l'âme et dont la longueur est telle que la charge, ainsi que le projectile, puissent y pénétrer. La pièce de métal qui entre exactement dans cet évidement porte à sa partie supérieure 2 poignées *bb'* et à sa partie antérieure, une plaque en cuivre *c*, qui est d'un diamètre un peu plus fort que celui de l'âme derrière laquelle elle est placée et qu'elle recouvre. Si donc on pousse la pièce dans le trou parallélipipédique *a*, la plaque *c* entre dans son encastrement et par suite, le cuivre augmentant de volume, lors de l'inflammation de la charge, ferme plus hermétiquement les interstices qui pourraient exister. La

pression du massif *a* se fait au moyen d'une forte vis *d* qui passe à travers la culasse et qui serre la pièce *a* lorsqu'on tourne la vis à l'aide d'une manivelle qui la traverse.

La partie antérieure du massif qui forme véritablement le fond de l'âme est, ainsi que la plaque de cuivre, percée suivant l'axe de la pièce, par un canal qui est destiné à recevoir au moment du chargement une cartouche avec étoupille fulminante ou autre matière explosible.

La lumière est dirigée obliquement à travers le massif *a* vers une petite cavité, de sorte que si on met le feu à l'étoupille, l'inflammation de la charge est infailliblement produite par l'intermédiaire de la petite cartouche.

Plus tard, on reconnut l'inconvénient de ce massif difficile à soulever et à replacer, et on se servit de la vis de derrière comme vis de culasse (fig. 9 *a*); on la manœuvre au moyen d'un châssis à coulisse *bc*, qui permet de l'engager ou de la retirer.

§ 18. Le canon Armstrong est en acier fondu et formé de barres de fer forgées, laminées et appliquées en forme de spirales. Sa construction est analogue à celle des canons dits à rubans, employés pour les fusils de chasse et les carabines

de tir ; on applique sur la première rangée de barres ou rubans une seconde rangée qui se croise avec la première à angle droit et toujours en forme de spirale. L'âme contient un nombre considérable de rayures fines et très-rapprochées, qui pour une âme de 2 1/2 pouces (64 millimètres) sont au nombre de 45 et font un tour entier sur la longueur totale de l'âme. La chambre est d'un diamètre un peu plus fort que l'âme comme cela a lieu dans tous les canons qui se chargent par la culasse. Le poids d'un pareil canon fait avec les moyens spéciaux à cette fabrication, peut, à cause de la force et de la ténacité du métal, être considérablement diminué et être bien inférieur aux pièces en bronze et en fonte, au point de pouvoir tirer un boulet de 18 livres (8 k. 16), avec une pièce dont le calibre n'est pas plus fort que celui du canon de 9 anglais. D'après une donnée plus récente, un canon Armstrong de 18 livres ne pèserait pas plus du tiers du canon de 18 ordinaire.

Le boulet en fonte est creux et de forme cylindro-ogivale ; sa tête est arrondie et sa surface cylindrique est entourée de deux anneaux en plomb, fortement reliés entre eux et au moyen desquels le projectile est pressé dans les rayures quand, par la

force d'expansion du gaz provenant de la combustion de la poudre, il passe de l'état de repos au mouvement. On peut fixer une fusée à percussion à sa partie antérieure.

§ 19. En 1854, lorsque M. Armstrong eût exposé son système, on construisit d'abord une pièce de campagne de petit calibre. D'après son système, le diamètre de l'âme était de 2 pouces (40 millimètres) ; le canon pesait 5 quintaux (226 k., 8), et il était placé sur un affût du canon de 6 livres. Le projectile creux cylindro-ogival avait 6 pouces et demi (162 millimètres) de longueur et pesait, avec son enveloppe de plomb, 5 livres (2 k., 268) ; à la distance de 1,500 yards (1372 m.), 8 sur 14 de ces projectiles touchèrent une cible de 5 pieds (1,52 mètre) de largeur et de 7 pieds 1/2 (2^m,28) de hauteur, la charge était de 5 onces (142 gr.), l'angle 4° 26'. La moyenne déviation fut de 11 pouces et demi (0^m,287).

§ 20. La force de percussion de ce boulet de 5 livres, auquel l'inventeur adapta une pointe en fer ou en acier au lieu d'une fusée de percussion, fut telle qu'à 1,500 yards (1,372 mètres), il traversa encore une cible d'une épaisseur de 3 pieds (0^m,9), formée de 6 planches en bois d'orme superposées.

Un autre projectile allongé du poids de 12 livres (5 k. 44), traversa à 800 yards (730 m.) un bloc de chêne de 9 pieds d'épaisseur 2^{m},7. — A 400 yards (365 m.), un boulet allongé tiré aux expériences faites en 1857 avec un canon rayé de 32 livres d'un calibre plus fort et construit suivant le système Armstrong, brisa en partie une des plaques de fer de la batterie flottante Trusty, perça le flanc, arracha une poutre et passa par-dessus le pont du navire. La portée de ce canon de 32 fut, dit-on, avec une charge de 5 livres (2 k., 268), de 8450 yards, ce qui équivaut à peu près à 5 milles anglais (7 à 8,000 mètres), et son degré de justesse fut tel qu'à 1,000 yards le tir fut sept fois plus satisfaisant qu'avec le calibre de 32 ordinaire. A la distance de 1,000 yards (912 mètres), on aurait, à chaque coup, touché le but (lequel ?).

A Gibraltar, on construit actuellement une batterie qui doit être armée de 30 canons Armstrong, dont le calibre est si fort qu'il faut 13 mulets pour le transport d'une seule pièce. On a établi à Woolwich et à Newcastle, deux grands établisements destinés à fabriquer des canons de cette espèce.

D'après un article du 24 août 1859, inséré dans la *Gazette militaire* de Darmstadt et envoyé de Lon-

dres, M. Armstrong aurait trouvé le moyen de rayer les canons ordinaires, pourvu qu'ils aient une épaisseur suffisante pour subir cette transformation. Des essais faits avec un canon de 32, ainsi modifié, ont donné ce résultat que chaque coup portait avec la plus grande précision dans une cible de 1m,83 carrée. Les machines une fois terminées, dit l'article mentionné, toute la flotte sera bientôt armée de canons rayés.

Système Castmann.

§ 21. Outre les systèmes décrits jusqu'à présent, il en existe encore d'autres, basés sur le chargement par la culasse.

Un Américain, M. Castmann, proposa en 1853, un canon rayé se chargeant par la culasse, qui fut soumis à Boston et South-Boston, à une série d'expériences faites par des officiers d'artillerie. (Fig. 10). La fermeture à la culasse s'opérait au moyen d'une vis de culasse formant chambre, qui, par un simple mécanisme, s'ajuste et se retire à volonté. Les 6 canons fabriqués d'après ce système

en 1855 pour l'arsenal anglais de Woolwich, avec la meilleure qualité de fonte américaine et d'une épaisseur telle qu'on peut, à peu de frais, augmenter le calibre pour de nouvelles expériences, sont construits de la manière suivante :

Le contour cylindrique de la vis de culasse *a*, est divisé parallèlement à l'axe en 6 parties égales et la partie filetée est interrompue par trois surfaces unies. La vis a 7 filets, chacun de 22,5 millimètres d'épaisseur, elle s'engage dans la partie de la culasse disposée de la même manière. Si l'on place la vis de manière que les parties filetées se trouvent placées vis-à-vis des surfaces polies de la culasse, l'introduction de la vis s'opère facilement et il suffit de 1/6 de tour pour engager les cannelures dans les parties cannelées, alors la vis de culasse est fixée solidement au canon.

Pour le chargement du canon on emploie le mécanisme suivant : De petits pignons *dd* sont fixés à un cercle en fer *cc*; entourant la vis de culasse et engrénant dans des barres dentelées *ee* fixées de chaque côté de la pièce. La vis de culasse se meut en dedans du cercle *cc*; mais son mouvement est limité par les arrêtoir *ff*; elle est percée d'un trou

pour recevoir une tige ou clef et les pignons *dd* sont munis d'écrous carrés pour y fixer des manivelles au moyen desquelles on les fait marcher sur les dentelures des barres latérales.

S'agit-il maintenant de charger la pièce, le canonnier place la clef dans la tête de la vis de culasse et tourne jusqu'à ce que les filets n'aient plus de prise ; alors on met en mouvement les pignons jusqu'à ce que la vis soit complètement sortie du canon. La vis est rabattue et la partie antérieure suffisamment dressée pour qu'on puisse placer la charge dans la chambre ; puis la vis est remise en place et fermée par une marche inverse.

§ 22. On donna à 3 des canons rayés, un diamètre d'âme de 209 millimètres, et aux 3 autres celui de 158 millimètres. La longueur d'âme fut de $3^{m},65$ et il y eut 5 rayures de même largeur que les parties pleines comprises entre elles. Ce canon, avec sa vis de culasse, pèse 16 tonnes 1/2, dont 5 pour la vis de culasse.

Dans les épreuves qui eurent lieu on tira, avec un petit calibre, des boulets sphériques, et avec un grand calibre, des boulets cylindro-coniques munis de cercles en plomb. Ces derniers donnèrent sous

un angle de 24° et avec une charge de 1 k. 35 une portée de 3,920 mètres ; à la suite de ces expériences le ministre d'Angleterre, lord Panmure, a, dit-on, acheté au constructeur américain son procédé de construction.

(La suite au prochain numéro.)

DE LA PROFESSION DES ARMES.

(Suite. Voir le numéro du 15 juin, page 464) (1864.)

L'état de civilisation des peuples est en relation intime avec le degré de perfection dans lequel ils conservent la science et l'art de la guerre.

Ayant déjà raisonné sur les quatre premières propositions du sujet que nous nous sommes proposé d'élucider, nous allons nous occuper de la dernière partie indiquée par l'épigraphe ci-dessus. Mais comme il embrasse un champ très-vaste, nous ne pouvons faire autrement que d'être très-étendu, peut-être trop pour nos lecteurs, en faveur desquels nous voudrions le rendre agréable, mais jamais assèz pour l'importance du sujet. C'est ainsi que, pour abréger nos considérations, nous esquisserons brièvement tous les progrès faits dans l'art de la guerre à chaque époque; autrement nous arriverions à composer un gros livre au lieu de donner au public quelques menus articles. Au reste, les détails seraient inutiles à notre objet.

Nous devons avertir aussi qu'il n'entre pas dans

notre esprit de produire des études approfondies sur la matière en question, mais seulement des raisonnements rapides basés sur des vérités reconnues de tous dans l'histoire des peuples. Celui qui désirerait établir un parallélisme exact entre la civilisation des nations et l'art de la guerre à chaque époque respective peut consulter divers ouvrages spéciaux, qui, analysés avec le jugement requis, lui fourniraient la preuve de notre proposition.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

La vie est un combat. — C'est pour cela que Michelet a dit : Avec le monde a commencé une guerre qui ne peut finir qu'avec lui, et en aucune façon avant lui ; celle de l'homme contre la nature; de l'esprit contre la matière; de la liberté contre la fatalité. L'histoire n'est pas autre chose que la narration de cette lutte interminable.

La sympathie et l'antipathie sont les deux principes dominants par lesquels se manifeste dans l'univers, la force, cet agent principal de tout ce qui est créé, et qui ne peut exister sans produire une lutte, tantôt sensible, tantôt imperceptible. L'homme appelle les affections qui en dérivent : amour et

haine, estime et dédain, vénération et mépris, plaisir et dégoût, joie et douleur. Dans les êtres sans raison, c'est la tendresse et l'éloignement, la confiance et la crainte, le plaisir et la souffrance. Dans les végétaux, les minéraux et les autres corps inanimés, on les nomme affinité et répulsion. Dans les astres, on reconnaît la force aux attractions réciproques qu'ils exercent les uns sur les autres.

La sympathie n'est autre chose que l'harmonie à ses divers degrés, comme l'antipathie est le fait du désaccord. La première sera parfaite quand les sensations ou les corps seront en harmonie entre eux de la manière la plus semblable; la seconde atteindra son maximum d'intensité, si le contraste s'obtient par les situations les plus opposées.

L'harmonie est le résultat d'agents qui se réunissent pour former une conjonction agréable à nos sens; elle n'est jamais composée par des objets identiques, mais d'un effet contraire. La nature qui nous représente la plus belle et la plus agréable des harmonies, oppose pour sa conservation les êtres ou les phénomènes physiques les uns aux autres : et le Tout-Puissant n'a rien créé qui n'ait son contraire pour atteindre le but harmo-

nieux. Cette vérité reconnue du monde savant dès l'antiquité la plus reculée est souvent rappelée dans l'Écriture Sainte. On lit dans un passage du texte sacré : « Tout est double ; chaque chose est opposée à une autre, et il ne manque rien aux ouvrages de Dieu. »

L'opposition des corps ou des sentiments mutuellement contraires, donne naissance aux sensations douloureuses ou désagréables, aux résultats préjudiciables ou destructeurs, à la discorde ; le tout en proportion du degré avec lequel opèrent les divers éléments : mais si ceux-ci ne sont qu'opposés, s'ils se mêlent et se confondent, alors on voit se manifester les sensations du plaisir, les effets agréables ou avantageux, la beauté et l'harmonie. C'est pourquoi, si on distingue les causes qui contribuent dans la vie ou dans l'éducation de l'homme à modifier la coutume ou le goût général et commun de l'humanité, on observe les impressions suivantes.

Le rouge est la plus belle couleur pour la vue, parce qu'elle est le mélange et le juste milieu dans l'échelle graduée des couleurs extrêmes et contraires, qui sont le blanc et le noir, la clarté et les ténèbres. L'azur et le jaune qui occupent des pla-

ces semblables de chaque côté du milieu des bandes de l'arc-en-ciel, produisent par leur réunion la belle couleur verte ; mais elles forment un contraste assez dur et peu agréable quand on les voit l'une à côte de l'autre.

La réunion des sons aigus et des sons graves est agréable à l'oreille, parce qu'elle établit un rapport équidistant et qu'elle donne la moyenne de l'étendue totale ou partielle de la voix ou d'un instrument ; mais l'organe auditif est blessé quand, au lieu de se réunir, ils divergent en sens contraire.

Rien n'est plus agréable au palais que la saveur sucrée des fruits et de tout autre aliment, parce qu'elle occupe le milieu entre la saveur acide et la saveur amère qui sont réciproquement opposées.

Le même raisonnement s'appliquerait au toucher et à l'odorat.

Le passage d'une température très-basse à une température élevée nous semble brusque, malplaisant et malsain ; mais on éprcuve plaisir et santé quand les deux températures sont confondues.

L'amour et l'amitié sont le résultat d'agents contraires qui viennent se mêler et produisent l'harmonie. Voilà aussi pourquoi nous nous réjouissons

quand nous trouvons un ami dans celui que nous croyions notre plus grand ennemi.

Si on oppose les uns aux autres les sentiments qui se contrarient, il y a choc, répulsion, antipathie, affection douloureuse, discorde. De la même façon, il se développe des effets complètement désagréables, quand on transforme en adversaires deux agents qui étaient semblables.

Quand il y a répulsion entre deux corps et qu'il existe également une force matérielle qui les contraint de se réunir l'un à l'autre, le résultat n'est pas l'harmonie, mais la tyrannie de la puissance la plus grande sur la plus faible. C'est pour cela que les lois et surtout les lois militaires devraient être paternelles au suprême degré, afin de faire oublier qu'elles sont imposées, et d'établir un rapprochement intime entre deux fins opposées, comme on voit s'engendrer la tendresse d'un père pour son fils et l'amour de celui-ci pour l'auteur de ses jours.

Comme la haine est le résultat d'agents contraires qui se combattent, un homme n'éprouve que de l'aversion pour un autre homme, si les qualités et les conditions qui le caractérisent ne peuvent concorder avec celles de son antagoniste : l'amour-propre bien entendu, la dignité, les vertus et les

autres bonnes qualités d'un côté; de l'autre, l'orgueil, la vanité, la superbe, l'ambition, l'envie n'inspirent réciproquement ni sympathie ni estime, mais éloignent au contraire avec une indignation suprême et le désir de la vengeance. L'ensemble ne fait que se contrarier et se mortifier, loin de pouvoir séduire et opérer l'effet harmonieux.

Mettant leurs forces en action, la sympathie et l'antipathie produisent une lutte sans fin dans tout ce qui existe; car le repos que l'on peut parfois prévoir n'est qu'un équilibre soutenu par des agents opposés qui opèrent sans cesse avec une égale intensité, afin de s'assurer la victoire. Ainsi, il arrive que nos passions, nos mouvements, nos travaux intellectuels ne sont pas autre chose que des luttes continuelles. Comment l'amour, la haine, la vertu l'honneur, l'ambition, l'orgueil nous sont-ils révélés, si ce n'est en luttant contre les inclinations contraires qui toutes ont leur représentation dans notre conscience? Comment la science étend-elle son domaine, sinon par une lutte intellectuelle pour arracher les secrets de la nature? Qu'est-ce que parler, écrire, marcher et tous les mouvements que nous faisons? sinon une lutte dans laquelle il y a pour le moins à vaincre l'inertie même sans qu'on

y pense. Et la pensée elle-même, comment s'élabore-t-elle, comment fixe-t-elle son but? sinon parce qu'elle est dominée par la volonté, par les désirs qui s'appaisent ou se réalisent, selon le résultat des objections que l'esprit se présente à lui-même ou par les efforts de la mémoire. Si on y réfléchit bien, on ne trouvera pas un seul acte de l'être rationnel et d'aucun corps créé qui ne soit une lutte morale, intellectuelle ou matérielle. Quiconque voudra méditer sur cette question métaphysique arrivera promptement à s'en convaincre.

Pour cette raison, les combats des nations en armes sont une condition de la fragile et imparfaite humanité. Ce n'est pas assez que le jugement des hommes soit dominé par la raison et la justice, il existe plusieurs mobiles puissants qui les repoussent et qui obligent à recourir à l'unique moyen qui existe pour les faire triompher, ce qui a toujours lieu à la fin du plus au moins, tôt ou tard. Il n'y a que la lutte matérielle et intellectuelle, la force brutale ou la persuasion pour trancher les controverses qui surviennent constamment dans la vie sociale des peuples; mais la condition humaine qu'il n'est pas donné à l'homme de changer, oppose de grandes résistances à se laisser dominer par le second

genre de guerres; et, à tort ou à raison, on est forcé d'en venir aux armes. Peut-être viendra-t-il un jour où la parole exercera un empire plus efficace qu'aujourd'hui pour persuader, mais ce sera quand les nations fortes ou faibles craindront de se voir complètement et promptement ruinées, si elles en appelaient à des armes susceptibles d'opérer au loin dans une grande étendue, et d'atteindre, pour ainsi dire, instantanément leur effet destructeur.

Et qu'on ne croie pas que les guerres connues depuis le berceau du genre humain ont été produites par les hommes; leur origine est étrangère à la terre. Lucifer (Luzbel) emporté par l'orgueil et s'écriant : Qui est semblable à moi? a reçu aussitôt son châtiment; terrassé par l'épée de la divine justice d'en haut dans la main de l'archange saint Michel et précipité au fond de l'abîme. Par conséquent les esprits célestes ont commencé la guerre dans les demeures éthérées avant que les mauvaises passions l'aient fait naître sur notre globe. L'auteur sacré de l'Apocalypse nous révèle qu'il y eut bataille dans le ciel.

La lutte ne pouvait donc manquer d'exister sur la terre parmi des êtres pécheurs et mortels et de se prolonger comme élément continuel d'agitation.

C'est pour cela que le premier né du paradis devint, par haine pour la vertu, l'auteur du premier meurtre. Son crime, nous l'avons déjà dit, a commencé les querelles des hommes, leurs contestations et leurs guerres successives qui, toutes, ont contribué à agrandir le cercle des sociétés, en créant des peuples, qui s'étendant progressivement, le plus souvent en ruinant leurs voisins, out fondé les nationalités.

Les rapports communs ont engendré les lois ; les besoins réciproques ont donné naissance aux arts ; et les sciences sont venues ensuite comme leur conséquence naturelle.

Dieu a formé l'homme du néant, et lui a donné deux sexes différents pour se multiplier et vivre en relations intimes, afin que ses descendants s'aiment mutuellement. Si nos premiers parents n'avaient pas consommé le péché originel ils auraient, ainsi que leurs successeurs, occupé le paradis terrestre éternellement, et dans la plus sublime harmonie, sans rien désirer, sans manquer de rien de ce qui était nécessaire à leur bonheur.

La désobéissance a été l'origine de la mort du corps et des passions de l'âme. Déjà les hommes ne pouvaient que s'aimer ou se haïr. Et, dans un

tel état de faiblesse et de corruption de la matière, avec la souillure imprimée au souffle divin qui nous rend raisonnables, existait-il un autre moyen que les armes pour remplir notre mission sur la terre? Comment se grouper et vivre en société sans que la force obligeât à respecter les lois et l'indépendance en soumettant tout au gouvernement d'un petit nombre, afin d'assurer à la masse les bienfaits de la vie sociale? On ne peut atteindre de pareilles fins que par la guerre et la prédication. Les armes et la religion sont les deux leviers principaux qui font mouvoir et soutiennent la société, pour son bien, ou pour son mal, suivant la direction qu'ils reçoivent de l'intelligence : mais c'est aux armes qu'il appartient d'aplanir le chemin pour que la seconde exerce sa puissante influence.

Avant le déluge et depuis, les nations ayant été formées sous l'empire de la force, il est clair que les premières religions devaient avoir des dogmes repoussants et un culte cruel puisque l'art de la guerre était tout à fait grossier. On se battait avec des armes blanches qu'il était indispensable de tenir à la main pour s'en servir contre l'ennemi; les haines des combattants étaient concentrées à l'extrême; ils ne pouvaient adorer que des dieux

sanguinaires et vindicatifs. Plus tard Jésus-Christ racheta l'espèce humaine sur la croix ; et le christianisme se chargea non-seulement d'aider l'œuvre de la civilisation commencée par les armes, mais de la conduire à sa fin.

Nécessairement les premières guerres ont dû être destructives et barbares, et leurs effets terribles ont augmenté à mesure que les familles, les villes, les États ont présenté des agglomérations plus nombreuses, jusqu'à ce que la civilisation née des lois chrétiennes leur ait donné un aspect humanitaire et que le vaincu a été traité comme un frère. Depuis la renaissance de la science de la guerre, l'application des règles nouvelles et des nouvelles armes a produit des combinaisons et des mouvements qui, employés à propos, donnent la victoire au génie et au talent militaire, au prix de sacrifices beaucoup moindres.

Ainsi, dans les époques éloignées, c'était des armées fabuleuses qui combattaient, laissant sur les champs de bataille des centaines de mille cadavres, et les peuples barbares et ignorants dans l'art militaire combattaient aussi avec des forces très-élevées, quoique pas autant que dans les temps antérieurs. Les armées de Xerxès, roi de Perse, lors de

la fameuse bataille de Salamine, 480 ans avant Jésus-Christ, étaient composées de peuples divers qui formaient comme une immense émigration; quelques historiens assurent qu'elles comptaient 2,641,400 hommes armés, dont plus de 80,000 cavaliers, et jusqu'à 5,233,220 individus, en y comprenant les domestiques, les familles, etc., qui accompagnent ces rassemblements effroyables. Malgré cette énorme quantité de soldats, ce superbe monarque fut vaincu par Thémistocle avec les Grecs extrêmement inférieurs en nombre.

Attila commandait 700,000 Huns à la bataille des champs catalauniques : on rapporte qu'environ 300,000 y mordirent la poussière. Le grand Tamerlan avait sous ses ordres 600,000 fantassins et 400,000 chevaux quand il conquit l'Asie-Mineure et qu'il défit le fameux Bajazet, en 1402.

Nous devons faire remarquer une singularité qui se présente dans les guerres civiles; c'est qu'elles ont été et qu'elles sont toujours les plus cruelles. Ce phénomène a une explication très-simple. Plus les forces mystérieuses qui produisent la sympathie et l'antipathie sont intenses, et plus leur énergie est grande quand elles opèrent en sens opposé, parce qu'elles agissent avec leurs contraires, de

même que quand elles peuvent à peine attirer, enlacer, ou unir harmonieusement, elles ne peuvent produire d'effets sensibles pour repousser, quand on les met en opposition. Car ce sont des forces élastiques; et l'action des forces morales est la même que celle des forces matérielles. Un corps dont l'élasticité est plus grande s'éloigne d'autant plus rapidement que la cause qui excitait sa sympathie ou son rapprochement cesse brusquement.

Ainsi, il arrive qu'une offense produit plus d'effet entre des personnes qui s'aiment, se chérissent et s'apprécient que si elles étaient indifférentes l'une à l'autre. Le degré d'affinité qui tend à unir deux êtres humains, deux partisans, deux peuples, est en relation directe avec l'impression morale qu'occasionnent les injures : mais la sensation la plus désagréable que nous puissions souffrir en raison des douleurs qu'elle nous inflige est celle qui provient de l'homme auquel nous accordions le plus d'amitié. Voilà pourquoi les guerres qui amassent le plus de haine et les guerres d'extermination sont celles qui ont lieu entre frère et autres fractions diverses d'un même état.

L'impérieuse nécessité de la guerre étant établie par la raison qu'elle est la destinée de l'homme,

nous allons exposer brièvement l'intime relation qui existe entre les sciences et les arts militaires et les autres branches des connaissances humaines ; comment celles-ci ont développé la civilisation pas à pas à cause de leur germe tout puissant; la manière dont elles ont influé à leur tour, et dont elles continuent à modifier l'action des luttes pour finir par les éteindre; et comment c'est à la guerre que toutes les nations doivent leur prospérité et leur indépendance.

Nous avons déjà dit que moralement la milice n'est pas autre chose qu'une société vivante où toutes les classes de l'Etat sont représentées. On y trouve des lois de tout genre et une religion simple qui respire la plus saine morale : elle alimente les sciences et les arts qui sont ses plus forts appuis. Elle a pour héraults la littérature et l'éloquence; l'histoire et la tradition, les philosophes, les législateurs, les économistes aussi bien que les littérateurs, les savants et les artistes contribuent tous à former le corps de la société militaire. Ce point établi, il est certain qu'un peuple qui possède ce nerf principal dans son organisation doit aussi posséder des connaissances variées portées à un degré

d'avancement en harmonie avec celui qu'elles ont acquis dans la milice.

Si la guerre a pris naissance dans la première famille de l'homme, il lui a fallu d'abord lutter avec ses mains, qui sont ses armes naturelles : il s'est servi des pierres, des os d'animaux et des branches d'arbres. Le désir de causer un plus grand dommage fit aiguiser la pointe des bâtons ; on imagina des moyens pour lancer avec force et à de plus grandes distances les petits fragments de roche. On s'appliqua à découvrir des armes nouvelles fabriquées avec des métaux, comme on construisit aussi des armures pour préserver la tête et les autres parties du corps des coups de l'ennemi. D'une nécessité aussi positive sont nés les principaux arts mécaniques : ceux-ci ont fourni des règles et des expériences d'où on a déduit les principes des sciences naturelles à l'aide de calculs exacts. Bientôt la guerre engendra les beaux-arts, et d'abord la musique.

Les passions de l'âme s'enflamment par le mouvement du corps : elles s'exaltent par la voix qui précipite la circulation du sang et distrait l'entendement. On oublie les dangers de sa propre existence ou bien on les exagère en trouvant en même temps

les moyens d'anéantir son adversaire. Les premières impressions d'harmonie dans l'état sauvage furent naturellement les cris outrés et stridents exhalés en désordre.

Puis vinrent les cantiques et les chants de guerre dont l'action uniforme agissant sur la partie nerveuse des guerriers les excitait au moment favorable et exerçait une influence décisive la plupart du temps.

Bientôt le choc des armes se maria aux épouvantables hurlements des guerriers et à leurs contorsions pour former un concert diabolique qui vibrait dans l'air et inculquait la terreur. Plus tard on inventa des instruments qui, par leurs sons éclatants, enflammaient la valeur des combattants et leur faisaient déployer, avec toute l'énergie possible, leurs instincts féroces.

A mesure que les instruments se perfectionnèrent, on obtint des harmonies moins rustiques : on en vint à chanter des hymnes religieuses qui, entendues dans les combats, causaient des sensations moins fortes dans les âmes et rendaient les combats plus humains. Bientôt la musique s'appliqua à développer les passions les plus nobles et à gémir les tendres soupirs et les mélancolies de l'amour.

C'est ainsi que les premiers peuples n'ont connu que trois modes de musique, distingués entre eux par un ton différent : le plus grave, appelé *Dorien,* servait aux chants de guerre ; le mode aigu ou *Lydien,* aux élégies, et le mode *Phrygien,* qui était la moyenne des deux autres, était usité dans les pièces et les hymnes religieuses.

La musique a toujours exercé une telle influence sur le cœur de l'homme courageux et de constitution nerveuse que l'histoire nous raconte, entre autres, les faits suivants :

Les Spartiates eurent trois guerres à soutenir contre les Messéniens qui, après vingt années de luttes, furent vaincus dans la première, 724 ans avant Jésus-Christ. Fatigués de la tyrannie, les Messéniens se révoltèrent en 685 et ils mirent Aristomène à leur tête : leurs affaires marchèrent si heureusement que les Spartiates pleins de crainte eurent recours à l'oracle. Celui-ci leur répondit de chercher leur chef dans Athènes. Les Athéniens, leurs rivaux, leur envoyèrent comme par dérision le poète Tyrtée, homme complètement étranger aux armes, et de plus boiteux, contrefait, et négligé dans sa personne. Tyrtée offensé résolut de faire connaître que le génie est supérieur aux

qualités du corps pour faire la guerre, et il en fut ainsi. Car il sut si bien ranimer le courage des Spartiates par ses chants belliqueux, que la victoire couronna leurs efforts.

Alexandre-le-Grand fut un jour si fortement impressionné en entendant Timothée jouer des airs guerriers sur sa flûte, qu'il courut prendre et brandir ses armes. Antigone émut tellement ce grand capitaine dans une autre occasion et avec le même instrument, qu'enivré d'enthousiasme, il se leva de table au milieu du festin, et qu'on eut beaucoup de peine à l'empêcher de se servir de son épée.

La musique, qui à son origine eut tant d'influence pour exalter la valeur et augmenter la férocité des guerriers, donna ensuite des harmonies pour adoucir les mœurs sauvages des peuples ; et, c'est par son moyen, que de sages législateurs transformèrent les Arcadiens cruels et grossiers en hommes doux et pacifiques.

Toutes les armées nouvellement créées ont possédé des instruments belliqueux ; et, tous les jours, quand l'occasion s'en présente, la musique a plus d'influence pour animer le courage.

Sceaux. — Imp. de E. Dépée.

RS MODÈLE
d'après
ommandant de

2. Modèle 1859.
la Carabine de Chasse
sans tige
oids 47,5 gr.
harge 5 gr.

Echelle
(toutes les m

Fig. 4. Dernier Modèle 1863.
pour la Carabine de Chasseurs sans tige
Poids 44 gr.
Charge 5 gr.

Lith. chez Patrick Fain, Quai Napoléon, 51.



JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES

Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU

Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — DEUXIÈME PARTIE

Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 juillet, page 84.)

INTRODUCTION POUR LE SECOND VOLUME.

En terminant le second volume de notre travail dont nous complétons aujourd'hui la publication, nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître combien nous sommes loin d'avoir traité d'une manière tout à fait correcte et complète un sujet difficile et soumis à des variations continuelles. Puissions nous seulement avoir réussi à poser les *vrais principes* du procédé à suivre en pareille matière.

d'une manière plus précise et plus intelligible qui permette de faire *embrasser d'un coup d'œil* et *comprendre à tout le monde* la science des armes. Guidé par ce désir nous avons, il est vrai, fait un fréquent appel à l'attention de nos lecteurs pour la comparaison de résultats d'expérience très-nombreux, mais seulement dans le but de faire mieux ressortir la signification de toutes ces tables et de tous ces nombres comme vérités pratiques ; il nous importait surtout de faire en sorte que ces matériaux arides et moins facilement abordables pussent avoir tout leur fruit et servir au vrai but de toute étude militaire spéciale, c'est-à-dire au progrès de la pratique de la guerre dans une mesure appropriée aux exigences de l'époque.

L'étude du fusil rayé, de la construction et de l'usage duquel tous les services de guerre de notre armée actuelle dépendent plus que de tout autre élément technique, doit sans doute être poursuivie avec quelque sérieux si nous voulons qu'elle nous fasse sortir de l'empire des opinions routinières et des connaissances encyclopédiques superficielles, et entrer dans le domaine fertile des expériences et des faits positifs ; mais nous trouvons en outre, dans la connaissance réelle et *plus approfondie*

de cette arme le meilleur moyen de déterminer la nature des réformes pratiques à introduire dans l'infanterie, surtout en matière d'*équipement, d'instruction, de tactique*.

On peut affirmer sans crainte d'être taxé de légèreté que l'étude dont il s'agit n'a pas encore été, à certains égards, approfondie ainsi au point de vue technique dans nos écrits sur l'infanterie. Plus d'une plume qui évite avec une réserve prudente de s'engager sur le terrain de l'histoire de la guerre, des travaux du génie militaire et de la science des armes, n'en écrit qu'avec plus d'assurance sur le rôle de l'infanterie dans le présent et dans l'avenir. Il y a là sans doute certaines questions d'organisation et de « service » qui n'exigent d'études préliminaires sérieuses d'aucune sorte, parce que leur importance est plus conventionnelle et n'a qu'une faible portée pour la véritable science de la guerre. Mais qui voudrait s'en tenir à un sujet aussi restreint? et alors on se met à parler avec la même confiance dégagée des « nouvelles armes à feu » et de leur « influence » sur ceci et sur cela.

L'idée du « *fusil rayé* » est une idée très-générale ; suivant la nature particulière de sa construction il peut avoir une valeur pratique *infiniment*

plus grande ou au contraire presque *moindre encore* que celle du fusil lisse. Entre ces deux extrêmes les modèles existants présentent une gradation très-variée.

Donc celui qui veut parler des fusils rayés et de leur influence sur la pratique de la guerre doit connaître et caractériser les différents modèles afin de se rendre, avant tout, maître du sujet technique. Il ne s'agit pas ici de l'examen inutile d'innombrables formes de détail soumises à une nomenclature sans fin, mais de la connaissance de certaines lois qui régissent la matière et permettent de remédier à son abondance par le groupement.

Cette *disposition particulière* de notre enseignement de la science des armes exige à la vérité un travail mécanique préliminaire très-pénible, celui de la *réduction des mesures*. Plus d'un jugement faux et superficiel sur les nouvelles armes résulte uniquement de la variété des mesures européennes, qui augmente infiniment les difficultés d'une comparaison exacte entre les différents modèles. Nous avons dépensé beaucoup de temps, et nous nous sommes donné beaucoup de peine pour tirer notre lecteur du labyrinthe confus des poids et mesures

nationaux et étrangers à l'aide du fil d'Ariadne du *système métrique* (1).

C'est seulement lorsqu'on est parvenu à ramener à une *même notation* et à bien classer les résultats techniques de tous les modèles, que l'on peut passer à la détermination de la *valeur pratique* des différentes armes, en mettant ces résultats en parallèle avec les *conditions* plus ou moins simples à l'aide desquelles on les a obtenus. La meilleure arme est sans contredit celle qui, avec la construction la plus simple, la plus durable et la moins chère *réclame* du tireur *le moins* de capacité et d'instruction *possible*, et offre néanmoins le moyen d'utiliser les *plus hautes facultés* et *l'instruction la*

(1) Nous ne pouvons dissimuler que ce sont les mesures *allemandes* qui offrent le *plus de confusion* et qui sont le *plus contre nature*. Nous rencontrons ici, même dans les écrits et les procès-verbaux militaires, les notions les plus diverses et souvent fort obscures de pas, pied, pouce, livre, etc.; il s'y fait même encore des apparitions de « pouces d'artillerie », de « livres d'apothicaire », de différentes sortes de pas, etc. Cet état de choses est aussi fâcheux pour la vie intellectuelle et le progrès technique de notre armée que pour toutes les relations scientifiques et matérielles du peuple allemand. Puisse du moins la littérature militaire prendre les devants par l'adoption exclusive du système métrique!

plus raffinée de l'homme par des résultats en rapport avec ces qualités (1).

Il y a entre le *sujet technique* qui nous occupe et la *tactique* des *rapports invariables* qu'il est facile de reconnaître ; nous nous permettrons d'exposer un peu plus à fond nos idées sur ces rapports.

En premier lieu, il résulte de tout ce qui tient à la nature même des armes rayées l'évidente impossibilité d'en obtenir un effet de feu tant soit peu satisfaisant si elles sont mises entre les mains d'hommes lourdement équipés. Une coiffure lourde suffit déjà pour réduire à un minimum la puissance du feu d'un corps de troupe. Affranchir le soldat de son lest est donc la première nécessité indiquée par la science des armes, aussi bien que la condi-

(1) On a reconnu dans presque toutes les armées l'avantage de corps distincts d'excellents tireurs, mais il n'y a plus aucun motif pour armer ces bataillons avec une arme particulière. Des armes courtes (celles qu'on nomme carabines et d'autres semblables), avec des platines sensibles, des hausses d'une finesse extrême, etc., ne sont pas meilleures comme armes de jet, et sont la plupart du temps beaucoup *plus mauvaises* comme armes de choc qu'un fusil rayé d'infanterie bien construit avec baïonnette ordinaire, qui assure à *chaque* tireur des résultats correspondant à son habileté personnelle.

tion fondamentale d'une tactique rationnelle dont le caractère est *la mobilité.*

Qui pourrait ne pas voir que la nouvelle période dans laquelle entre l'art de la guerre doit amener un accroissement de la force motrice, de *l'élément agressif?* Les troupes consistent encore souvent en une masse gênée dans ses mouvements, surchagée de bagages, dont on ne peut attendre un maniement assuré de l'arme à feu, pas plus qu'une impulsion énergique en avant ou un goût bien vif pour l'emploi de la baïonnette. Ce sont toujours ces mêmes masses dont Clausewitz dit qu'elles « se consument lentement, comme la poudre humide, par suite de la perte d'une partie de leur principe actif » jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien que « le résidu, » c'est-à-dire des hommes épuisés au physique et au moral. On peut reconnaître la vérité de cette image bien connue, due au célèbre maître dans l'art de la guerre, toutes les fois qu'il s'agit d'une affaire considérable dont le progrès en étendue n'est pas obtenu de vive force par des circonstances particulières : elle a précisément en vue les soldats dont les marches ordinaires seules ont déjà tellement épuisé les forces, par suite d'un équipement mal entendu et d'une surcharge exces-

sive, qu'ils sont déjà d'avance très-semblables à un « résidu », lorsqu'arrive le moment de leur faire jouer un rôle tactique ; il en résulte donc qu'une partie considérable des troupes « se consume » entièrement au premier feu, et ne peut plus être utilisée pour continuer activement la lutte pour les chocs offensifs, etc. ; de nouveaux mouvements exigent de nouvelles troupes qui doivent avancer en passant sur le résidu des premières pour « se consumer » à leur tour sur un terrain plus avancé.

Clausewitz a ingénieusement dépeint les choses telles qu'elles étaient, et qu'elles sont encore souvent, il n'a pas prétendu qu'il dût toujours en être ainsi.

La science des armes nous apprend que l'on peut simplifier assez le maniement de l'arme, et en même temps rendre (par la forme des trajectoires) son efficacité assez indépendante de l'exactitude dans la manière de viser et dans l'estimation des distances pour que le bon emploi de l'effet de feu total ne soit pas lié exclusivement à la défensive, mais puisse très-bien s'allier à une tactique belliqueuse, mobile, progressant toujours et gagnant du terrain. Nous entendons par là aussi bien une marche rapide en avant, de position en position,

avec un feu de masse intermittent, qu'une progression constante en ordre désuni avec un feu vif et continu ; mais un homme équipé à la légère, alerte au physique et au moral, armé d'un fusil facile à charger, muni d'un système de hausse simple et fournissant la trajectoire la plus rasante possible est la *première condition* à laquelle il faut satisfaire dans ces deux cas et dans beaucoup d'autres semblables. Une tactique de feux agressive exige que le fantassin puisse s'asseoir, s'agenouiller, se coucher et se relever promptement, charger à la hâte et viser *à peu près* juste dans toutes les positions ; par cette raison seule l'avenir appartient au tireur *légèrement* équipé et au fusil de petit calibre se chargeant par la culasse avec une cartouche spéciale.

Pour régler la durée ou la somme totale des ressources affectées à alimenter le feu, le moyen technique le plus sûr est de chercher à obtenir les résultats les plus élevés avec la balle la moins pesante possible, et de fixer le maximum de l'approvisionnement en munitions immédiatement disponibles d'après la combinaison la plus favorable de ces deux éléments.

Quant à la question de la formation et de la po-

sition réciproque les plus avantageuses pour les divers éléments tactiques, ce n'est nullement l'idée vague « du fusil rayé à longue portée », mais bien la connaissance spéciale des modèles en usage et de leurs effets qui doit servir de base.

Nous avons montré à diverses reprises, dans la 3e section notamment, par des exemples empruntés à la pratique, où et comment on peut découvrir le vrai terrain sur lequel il faut se placer pour des recherches de ce genre.

Les sections III et V sont destinées à tous ceux qui aiment à établir la distinction entre l'effet de feu probable à la guerre et les résultats spécieux du tir à la cible.

L'idée simple que toutes les considérations techniques indiquent comme l'idée fondamentale de la tactique des feux est celle de la nécessité de tendre constamment au développement linéaire, d'où il résulte que dans toutes les autres formations, à l'exception du carré, la seule règle à suivre est celle de se réserver la possibilité d'un transport rapide et sûr des troupes fractionnées.

Les nombres qui représentent les *espaces battus* par les armes à feu sont, avec ceux qui expriment la *rapidité* des feux, les plus importants ; ces espa-

ces sont trop petits aux grandes distances pour promettre des résultats importants contre une ligne d'adversaires debout ou couchés, mais ils sont assez grands pour qu'on ne donne pas à un corps tactique une profondeur considérable sans y réfléchir sérieusement. De là, déjà, la nécessité d'adopter pour les troupes auxiliaires et les réserves le développement linéaire *autant que possible* et l'usage de se coucher *toujours* (quand la nature du terrain ne s'oppose pas à la première de ces mesures et ne rend pas la seconde inutile), mais de choisir pour les marches de combat des formations qui réduisent la profondeur des colonnes à un minimum. Car l'effet du feu ennemi ne peut pas gagner grand'chose à l'augmentation de la largeur du but, ainsi que le montrent les faibles valeurs des écarts de la dispersion pour les nouvelles armes. Un bataillon en colonne par compagnies ou par pelotons est, dans la plupart des cas, exposé à de bien plus grandes pertes qu'une troupe d'égale force distribuée en de petites colonnes formant une ligne serrée ou à intervalles.

Déjà par ce motif le système des compagnies formées en colonnes avec les perfectionnements rationnels qu'il a reçus dans ces derniers temps, en

particulier par l'introduction de la colonne massée de Wachter, est celui qui répond le mieux aux exigences de la science des armes. Mais il y a encore d'autres motifs à introduire dans la balance en faveur de ce système.

Les premières conditions d'un tir rapide et sûr sont le *calme* et l'*assurance* que les hommes gradés et les soldats ne peuvent obtenir que par l'*extrême simplification* des formes tactiques ; le mécanisme tactique doit se composer du plus petit nombre d'éléments possible, et être assez clair et intelligible pour ne réclamer que peu d'attention et permettre que toute l'activité physique et morale puisse être employée à faire de l'arme un usage fructueux. Le système que nous venons de citer, répond à cette exigence au plus haut degré, lorsqu'on le pratique dans toute sa pureté et qu'on ne se borne pas à l'introduire dans une tactique de parade surannée, ainsi qu'on met une pièce à un vieil habit.

Tout membre tactique doit avoir son activité propre aussi bien combinée que celle de chaque homme à part, si l'on veut produire une puissante efficacité des feux. Leur *exécution* intelligente doit être facilitée autant que faire se peut, par l'adop-

tion d'une disposition convenable relativement aux distances et aux buts. Une telle disposition, qui doit d'ailleurs se borner au strict nécessaire, ne peut être organisée par un seul et même chef pour un millier d'hommes ; il ne doit en avoir sous ses ordres que de 75 à 150 ; il est donc essentiellement important que le commandant de compagnie ait toujours son détachement complètement dans la main et un libre champ de vision devant lui. Mais il ne faut pas oublier que malgré cela, et même dans les circonstances les plus favorables, l'effet de feu à la guerre reste infiniment au-dessous des résultats normaux de l'arme dans le service de paix : on n'obtiendra donc en général des effets *décisifs* du feu de l'infanterie, même avec la nouvelle arme, que si l'on sait *concentrer*, au moyen d'un plan bien concerté sous le double rapport du temps et de l'espace, une fusillade *en masse* contre *les mêmes buts*.

En conséquence, la nature de l'arme à feu rayée ne répond en aucune façon aux exigences extrêmes de ceux qui voudraient éparpiller l'unité tactique du bataillon en petites escouades livrées à elles-mêmes, mais bien à celles d'une formation dans laquelle les compagnies jouent dans les fonctions guerrières de cette unité le rôle de membres ins-

tenburg, à Gœrlitz, et M. Henri *Kummer*, à Dresde, ont mis à notre disposition les résultats de leurs intéressantes recherches techniques pour compléter la 14e section.

Pour les matériaux et les renseignements scientifiques relatifs à l'étude des armes suisses du petit calibre, nous avons à remercier M. le colonel *Wurstemberger*, à Berne, dont le mérite éminent tournera au profit du système d'armement de la confédération en général, et de la solution de la question du calibre en particulier et bientôt aussi, il faut l'espérer, à celui de la science des armes en Allemagne par l'étude des résultats obtenus en Suisse, faite en vue de se les approprier. Des recti-

quinzième section ne doivent du reste anticiper en aucune façon sur les développements que M. le capitaine Schœn doit, selon toute prévision donner lui-même sur cet objet dans la nouvelle édition de «son fusil rayé de l'infanterie» qui doit paraître prochainement.—L'*adhésion* du contingent saxon à la décision de l'Allemagne, relativement au calibre, adhésion que nous mettons au nombre des événements militaires les plus heureux, a reçu son accomplissement de la manière la plus patriotique et la plus intelligente au point de vue technique. C'est dans ce sens qu'il faut interpréter la résolution qu'on a prise de renoncer à l'établissement d'un modèle particulier, quoique le modèle autrichien laisse certainement encore à désirer à l'égard de quelques-uns de ses détails techniques, en particulier de la culasse, du vent, du pas, etc., et ne soit nullement au niveau des modèles allemands du sud, surtout du modèle bavarois.

fications et des additions précieuses pour la section VIII, B. nous ont été fournies par M. le colonel Rodolphe *Merian,* à Bâle, dont les excellents projectiles de moyen calibre sont entrés d'une manière si surprenante en concurrence avec ceux du petit calibre. Ce sont principalement les bienveillantes communications de M. le colonel Ed. *Burnand*, à Schaffouse, qui ont servi de base à la section VIII, A.

Pour les résultats du fusil à aiguille, nous avions à notre disposition des communications d'origine prussienne provenant de sources compétentes.

Nous avons eu l'honneur de pouvoir échanger avec M. le capitaine *Nessler,* à Vincennes, nos idées sur plusieurs points scientifiques ; nous sommes redevable des renseignements relatifs aux armes à feu *italiennes* à M. le capitaine baron *Corvetto,* à *Turin;* de ceux relatifs aux armes *russes* à M. le lieutenant *Worobioff,* à St-Pétersbourg, et de ceux qui ont trait au fusil à aiguille brunswickois à M. le premier lieutenant S. *Siemens,* à *Blankenbourg*. Nous devons à un camarade norvégien des notes importantes sur le nouveau fusil de petit calibre se chargeant par la culasse.

M. le major *Cæsar Rüstow* n'a pas, à la vérité,

fourni de documents spéciaux pour notre livre, mais les éléments scientifiques de ce travail ont reçu son assentiment et il nous est permis d'espérer d'après cela que le 2e volume des « *Armes à feu portatives de guerre* » qui est sous presse en ce moment, viendra constater à l'égard de plusieurs principes importants une conformité de vues à laquelle nous attachons un grand prix. Nous espérons que notre ouvrage, aujourd'hui complet, obtiendra la même faveur qu'on a bien voulu accorder à la 1re partie. Nous avons des remercîments à adresser à la critique allemande et étrangère pour l'assistance bienveillante qu'elle a prêtée à notre difficile entreprise. — L'édition russe du 1er vol. publiée par les ordres de Son Altesse l'inspecteur des bataillons de tirailleurs (le duc George de Mecklenbourg-Strelitz) est une traduction aussi correcte qu'élégante. Il en est de même de la traduction française de M. le professeur Rieffel; cette dernière est accompagnée de remarques sur le centre de gravité, la résistance de l'air, etc., auxquelles nous répondons d'une manière spéciale dans la 12e section.

Darmstadt, le 30 janvier 1864.

L'AUTEUR.

VIII. — ARMES SUISSES.

A. *Le fusil d'infanterie transformé (système Burnand-Prélat).*

L'infanterie confédérée ne peut que se féliciter de posséder dans le nouveau fusil de ligne du calibre 10,5 mm. une arme qui occupe incontestablement le *premier* rang parmi *tous* les fusils européens qui se chargent par la bouche.

Mais les fusils d'infanterie suisses du gros calibre 17,7 mm. transformés d'après le système Burnand-Prélat et encore existants, n'en sont pas moins toujours dignes d'un examen approfondi, puisqu'ils donnent, ainsi que les armes françaises, un exemple des résultats qu'on peut obtenir au moyen d'une bonne construction, même avec des balles relativement légères de ce diamètre.

Nous donnons ci-après les mesures principales du fusil Burnand-Prélat, que nous tirons en partie des instructions officielles en vigueur, en partie

des obligeantes communications de M. le colonel Ed. Burnand, en partie de recherches opérées sur le fusil lui-même, en remarquant que cette arme ne diffère pas, du reste, essentiellement d'un fusil de ligne ordinaire de gros calibre.

Longueur avec et sans baïonnette	191,6 et 145,6 cm. ;
poids	4 kilos 982 et 4 kilos 623 ;
longueur et poids du canon (y compris la culasse brévetée)	107,6 cm. et 2 kilos 280 ;

calibre 17,7 à 18,3 mm.; diamètres extérieurs : à l'arrière, au milieu et en avant : 32 — 24 — 21,2 ; les 4 rayures superficielles, à arêtes vives, larges de 6,9 mm. et profondes de 0,25 sont *enroulées à gauche* sur un pas de 160 cm.; l'âme est évidée cylindriquement à l'emplacement de la chambre sur une longueur de 20 mm. de sorte que son rayon est augmenté de 0,125 mm. en cet endroit et la profondeur des rayures réduite de la même quantité ; une surface conique de 10 mm. de longueur raccorde la partie antérieure de cet évidement cylindrique au reste de l'âme qui a le calibre exact. (Cette disposition devait exercer une influence favorable, mais on y a renoncé pendant la transfor-

mation des fusils, et l'on est également revenu plus tard aux rayures enroulées à droite; le fusil que nous avons sous les yeux présente du reste encore l'*élargissement de l'âme* et les rayures enroulées *à gauche*, et les résultats dont nous donnons communication plus loin ont été obtenus avec cette disposition qui appartient dans tous les cas au caractère primitif de ce système dont on a beaucoup parlé). Le canon a une *culasse brévetée* (sans bascule), avec une chambre à fond hémisphérique dans l'axe de laquelle débouche le canal de lumière, ce qui doit favoriser un peu l'expansion régulière de la balle.

La hausse, pl. 8, fig. 51, (soudée à l'étain sur le canon), présente un emploi aussi simple et aussi bien entendu que possible de la hausse à fourchette que nous avons recommandée à plusieurs reprises. Le clapet à ressort, en forme de fourchette ou de lyre, tourne autour de la vis-pivot en acier en même temps que les petits disques de laiton qui portent les divisions; on reconnaît dans la figure les 3 traits correspondant aux distances de 400, 600 et 700 pas; le clapet entièrement dressé donne la hausse pour 800 pas; la large entaille pratiquée

dans la partie cylindrique de la base sert de hausse fixe pour les distances en deçà de 400 pas (de 75 cm.), ce qui nécessite, ainsi que cela ressort des angles de hausse, l'emploi d'une table de tir avec changement du point visé. La construction solide de cette hausse *arrondie* dans toutes ses parties est très-digne d'être remarquée.

La cartouche, dont on voit clairement la construction dans la fig. 52. Pl. 8, renferme de 4,4 à 4,6 gr. de la poudre suisse, à gros grains arrondis, que l'on connaît ; la *balle* construite par *le colonel Burnand* pèse 35,8 gr. et a les dimensions normales suivantes en mm.: longueur totale 24 ; longueur de la pointe 12, de l'évidoment 12; largeurs de la gorge et du listel inférieur 4,2 chacune ; profondeur de la gorge 0,9 ; plus grand et plus petit diamètres de l'évidement 14.5 et 6 mm. Il faut ajouter encore que la réunion de la gorge à la pointe proprement dite est opérée au moyen d'une zone un peu convexe (bourrelet) large d'environ 4 mm., qui contribue d'une manière très-importante à diriger la balle et qui devrait offrir une saillie un peu plus forte dans la fig. 52 si la gravure avait été exécutée d'une manière tout à fait cor-

recte. La balle présente encore à 2,5 environ au-dessus de la gorge un *diamètre de* 17,55 mm. tandis que le *calibre normal* à *la base* (sur le listel) n'est que de 17,43. D'après cela le vent varie entre les limites de 0,15 à 0,75 mm., ce qui donnerait un minimum un peu trop faible si le chargement ne se trouvait pas facilité par ce fait que le diamètre le plus grand est limité au bourrelet. Ce bourrelet, joint à la forme de l'évidement, offre aussi l'avantage que la masse de plomb concentrée autour du centre de gravité et à la limite supérieure de l'expansion empêche la distorsion de la balle lors de sa dilation. La puissance d'expansion est considérable et fournit la preuve que même un *évidement conique* allant fortement en se rétrécissant peut suffire à cet égard pour le gros calibre; au contraire, la *résistance à l'écrasement* est beaucoup *moindre* qu'avec les évidements à section polygonale. On peut comprimer les projectiles suisses avec les doigts sans effort particulier, et l'ordonnance du conseil fédéral, relative à la confection des munitions (d'octobre 1859), dit expressément dans le § 19 : « pendant la confection et l'emballage des cartouches, cette balle doit être traitée avec précaution pour n'être pas déformée. » — Les an-

gles sur lesquels sont basées les divisions de la hausse sont,

Pour	100	200	300	400	500	600	700	800 pas de 75 cm.
	13	28	45	64	85	109	136	167 minutes.

En essayant 20 fusils-modèles on avait trouvé :

—	33,4	40,3	58,7	80,8	105,2	131,3	160,8 minutes.

nombres d'où l'on pourrait tirer une progression arithmétique à l'aide de légères corrections.

Une commission d'officiers confédérés déléguée par la « Société militaire vaudoise » organisa, en juillet 1858, à Morges, les épreuves d'un fusil Burnand-Prélat pour lesquelles elle fit usage des principes de Didion (1).

On obtint sur une cible carrée de 3,9 m. de côté les résultats suivants :

Distance en pas de 75 cm.	200	400	600	800	1000
Nombre des coups	20	40	60	149	117
Coups efficaces directs. . .	20	40	54	113	37

(1) Voir l'intéressant rapport du capitaine du génie Burnier : « Rapport de la commission chargée de l'examen du fusil P. B. » Lausanne, Corbaz et Rouillet, 1858.

Position du point d'impact moyen par rapport au point visé en cm.	-9^{3}	-21^{27}	-48^{62}	$-{}^{26}15$	n'a pu être déterminée.
Hauteurs de chute en m. (1).	1,32	5,19	13,89	28,41	51,09
	(1,20)	(5,40)	(13,89)	(28,20)	(50,40)
Hauteurs de hausse en mm.	7,7	15,4	27,4	41,9	60,2
	(7,0)	(16,0)	(27,4)	(41,6)	(59,4)

Les nombres entre parenthèses se rapportent à la trajectoire *calculée* (avec les valeurs de 0,011 pour le coefficient de la résistance de l'air et de 325 m. pour la vitesse initiale). Dans le tir à 1000 pas pour lequel le nombre des coups efficaces est excessivement petit, on crut avoir observé que les coups perdus avaient été répartis régulièrement autour de la cible, et l'on détermina en conséquence la hauteur de chute à l'aide de la hauteur de hausse employée, en supposant que le point visé coïncidait à peu près avec le point d'impact moyen.

La durée du trajet à 1000 pas fut trouvée de 3,4 secondes par l'observation approximative et de 3,62 secondes par le calcul balistique. Le point culminant de la trajectoire pour 800 pas est situé à 8,7 m. au-dessus de la ligne de mire, avec l'angle de tir de 162 minutes.

(1) La hauteur de chute (fallhœhe) des Allemands correspond à notre « abaissement par rapport à l'axe. »

On détermina graphiquement les nombres suivants pour les espaces battus contre un fantassin de 180 cm. de haut, qui furent comparés à ceux de deux autres armes :

Distance	400	600	800	1000	pas de 75 cm.
Fusil Burnand-Prélat	98	55	32	20	»
Carabine d'ordonnance suisse de petit calibre	194	97	60	38	»
Fusil d'infanterie lisse français	63	23	—	—	»

Pour constater la probabilité de toucher du fusil B.—P. on put déterminer par le calcul le point d'impact moyen, les écarts moyens quadratiques et le rayon du cercle contenant 50 °/₀ des coups aux distances de 200 et de 400 pas (auxquelles on obtint encore 100 °/₀ des coups dans la cible). Pour les distances de 600 et de 800 pas, on détermina le point d'impact moyen (géométrique), et on en déduisit les cercles de dispersion par le procédé graphique (le dénombrement) en tenant compte le mieux possible, à ce qu'il paraît, des coups perdus, en tant que l'on put observer leur direction. A 1000 pas enfin, on eut recours à la supposition (incertaine à la vérité) indiquée ci-dessus, que le point d'impact moyen coïncidait avec le point visé,

et l'on *calcula* ensuite l'écart moyen et le *cercle de dispersion* à l'aide de la probabilité $^{37}/_{117}$ = 0,316 de toucher la cible de 3,9 m. de côté.

Quand on eut ainsi trouvé les rayons de dispersion R pour toutes les distances par divers moyens, ils furent régularisés graphiquement (appliqués au tracé d'une courbe), puis *leurs valeurs corrigées* furent prises pour base du calcul *définitif* des écarts moyens quadratiques. Enfin, on déduisit de ces derniers d'après la formule de Didion [table des valeurs de φ (α)], la probabilité de toucher dans les surfaces de cible A (une surface d'homme de 180 cm. sur 60) et B (six surfaces d'homme de 180 cm. sur 360 (1).

Distance en pas . . .	200	400	600	800	1000
R en cm	30	63	102	162	270
	(18)	(36)	(54)	(81)	(123)
Coups pour cent directs dans A.	76	38	19	8	3
	(95)	(68)	(45)	(27)	(18)
Coups pour cent directs dans B.	100	91	67	39	17
	(100)	(100)	(94)	(79)	(55)

(1) Il ressort de l'écrit précité que, dans la manière de procéder de la commission, c'est surtout à l'exactitude du calcul qu'on s'est attaché. Au moyen d'un tir plus complet et observé très-soigneusement, on aurait obtenu des résul-

Les nombres enfermés entre parenthèses se rapportent à la carabine à tige française, et sont fondés sur les résultats officiels français qui ont été obtenus en tirant l'arme fixée artificiellement (sur un affût).

La petite table suivante qui montre l'influence des erreurs d'estimation sur les distances pour le fusil B.-P. est très-intéressante.

Précision du fusil Burnand-Prélat.

COUPS EFFICACES POUR CENT SUR LES CIBLES A ET B.

DISTANCE en pas de 75 cm.	A distance connue exactement.		avec une erreur d'estimation de					
			25 pas.		50 pas.		100 pas.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
200	76	100	76	100	75	99	63	83
400	38	91	35	83	26	61	5	11
600	19	67	15	52	6	22	0	0,5
800	8	39	5	25	1	6	0	0
1000	3	17	2	10	0,5	2,5	0	0

tats non moins certains par les moyens graphiques les plus simples. Néanmoins le travail, dans son ensemble, est très-digne d'être apprécié comme un exemple pratique de l'emploi des formules de Didion, et il est d'autant plus intéressant que des matériaux d'espèces très-diverses relatifs aux armes étrangères furent mis en comparaison et ramenés à la même notation.

La force de percussion de la balle-Burnand est estimée par M. Burnier à 9 — 6 — 3 cm. de pénétration dans le bois de sapin à 600 — 800 — 1000 pas.

Si l'on veut tirer une conclusion de tout ce qui précède, on aura la preuve de la justesse de la théorie que nous avons donnée sur les rapports qui existent entre la précision et le calibre. Le fusil Burnand-Prélat se range assez exactement par ses résultats à la place indiquée par son gros calibre, et l'on doit seulement reconnaître, comme pour les armes françaises, que les *inconvénients* insurmontables de ce calibre ont été amoindris autant que possible par la construction bien entendue de l'arme et surtout de la balle, puisqu'on est arrivé à établir un projectile *relativement* léger *sans culot*, et à obtenir par là des résultats encore assez considérables.

De nouveaux résultats d'expériences qui sont, en partie, un peu plus favorables encore sont contenus dans le journal militaire suisse, années 1858, nos 93 à 95 (tirage à part chez Schweighœuser, à Bâle 1859).

Il est clair qu'un homme aussi compétent dans la science des armes que M. le colonel Burnand de-

vait, dans la construction de *nouveaux* modèles, diriger ses efforts sur le petit calibre et c'est ce qu'il fit avec un grand succès. Le capitaine Burnier obtint avec un fusil rayé du calibre 12 mm., construit par MM. Prélat et Burnand, et avec une balle à expansion propre au service de guerre, les nombres suivants de coups efficaces pour cent dans les cibles déjà indiquées :

à	800	1000	1200	1400 pas
A	15	9	6	4
B	60	43	31	22

B. Les armes du petit calibre.

L'adoption officielle des balles oblongues à expansion de petit calibre, laquelle a une si grande importance pour l'art de la fabriction des armes, nous engage à jeter d'abord un coup d'œil rétrospectif sur les anciens modèles de balle suisses de ce diamètre avec lesquels on faisait usage de la compression.

La forme du modèle *a*, Pl. 8, fig. 53, indique qu'il est destiné à être chargé avec un calepin, si l'on fait attention au peu de longueur de la partie conductrice qui est située en bas et au-dessus de

laquelle se trouve le corps proprement dit du projectile dont la largeur est beaucoup moindre afin de donner place au calepin à l'aide duquel on obtient une obturation bien complète dans les rayures. Par le même motif la balle est cannelée immédiatement au-dessus de la base et déjà plus étroite d'environ 0,3 mm. au deuxième ressaut annulaire (entre la cannelure et le corps proprement dit) qu'à la base. Au moyen de ce profil et de la *longueur* du projectile il était possible d'éviter le principal inconvénient du chargement à calepin, c'est-à-dire l'introduction par la force; la balle dans son calepin est descendue dans le canon par une pression modérée de la baguette ; l'action conductrice des rayures s'opère au moyen du calepin et se trouve renforcée par le refoulement du plomb quand le coup part. Les calepins circulaires de coton ont 31,5 mm. de diamètre et une épaisseur moyenne de 0,375 mm.; ils sont imprégnés d'un mélange de 2/3 de sain-doux et de 1/3 de suif de mouton.

Il est évident qu'un tel procédé d'obturation exige le maintien le plus strict d'un très-petit vent normal. D'autre part il fallait pouvoir admettre pour le calibre des canons une tolérance comprise

entre 10,2 mm. (en dernier lieu 10,35) et 11,1 mm., parce que lors de l'introduction des balles oblongues il existait encore beaucoup d'anciennes carabines dont une partie avait été rafraîchies.

Dans ces conditions il était impossible d'adopter de prime abord une cartouche unique pour les carabines. L'arrêté du conseil fédéral sur l'armement et l'équipement des tirailleurs (du 13 mai 1851) prescrit seulement pour le *poids* de la balle les limites de 15,6 et 17,9 gr.; chaque homme porte un moule à balles particulier pour le projectile correspondant exactement à sa carabine et les calibres des balles varient entre 10 et 11 mm. Le modèle *a* de la fig. 53, dont la longueur est de 25,6 mm. présentait à la base, au ressaut et au corps les diamètres 11, 10,7 et 10 mm. avec le poids de 17,6 gr.; il est donc destiné à un canon du plus gros calibre permis. La *charge* doit être, d'après l'instruction, de 3,9 à 4,15 gr.

Nous empruntons à l'arrêté précité les données suivantes sur les dimensions et les poids principaux de la *carabine d'ordonnance* qui est connue.

Le *canon* bronzé (en fer et soudé à la forge sur la tige, ou bien en acier et foré dans le plein) est long de 84 cm., y compris la culasse brevetée, prisma-

tique octogonal sur une longueur de 111 mm. à l'arrière et son diamètre va en décroissant d'une manière continue de 25,5 à 19,5 mm.; calibre 10,35 à 11,1 ; les 8 rayures égales aux pleins, profondes de 0,225 et dont les arêtes sont adoucies pour le chargement à calepins, ont un pas de 90 cm.; la bouche est évasée de 1,5 mm. La culasse brevetée en fer trempé (avec bascule) contient une chambre de 25,5 mm. de profondeur et de même largeur que l'âme, c'est-à-dire sans ressaut. La cheminée, en acier fondu anglais, est garnie d'un grain de cuivre à sa base. Sur le canon se trouvent deux chinoises et une douille de baïonnette en tôle, soudée sur le côté. La hausse (un clapet long de 42 mm. tournant autour de la cheville-pivot entre deux quarts de cercle de 18 mm. de rayon et de 3 mm. d'épaisseur portant des divisions graduées pour les distances comprises entre 200 et 1000 pas de 75 cm.) se glisse sur le canon par le côté et se fixe de dessus en dessous par une petite vis dont l'écrou est dans le pied de la hausse. Le clapet est maintenu en place par un ressort et une vis de pression. La platine est chaînette et à double détente de construction ordinaire, la noix ne porte qu'*un seul cran*.

La *baguette d'acier* avec *rondelle d'arrêt* soudée (pour régulariser la pression exercée sur le projectile) porte une *tête* évidée en laiton de 60 mm. de longueur et de 10 mm. de diamètre environ. La *garniture* consiste dans la *boucle supérieure* avec la *tirette supérieure* et une vis, les *douilles* supérieure et inférieure *de la baguette* (la seconde avec une vis), la *tirette* inférieure avec deux *écussons*, la *bascule* avec sa longue queue, etc. La profondeur du cintre de la *plaque de couche* est de 30 mm.

La *baïonnette* qui s'introduit par son extrémité inférieure dans la douille à laquelle elle est fixée par un ressort (pas très-solidement) a 51 cm. de longueur à partir de la bouche.

Le poids total de la carabine avec baïonnette varie de 4,750 à 5,125 kilos ; sa longueur totale avec baïonnette est de 175,5 cm.

Chaque tirailleur porte, suspendu à un ceinturon de cuir noir, *à côté de la baïonnette*, un court *couteau de chasse* à un seul tranchant ; et en outre dans la *gibecière* de cuir noir : 60 cartouches à balle, 60 balles, 78 capsules (contenant la préparation mercurielle recouverte d'un vernis), 60 enveloppes de balle (déjà en partie assujetties sur les balles) ; le tire-balles, le tourne-vis, le gratte-brosse, etc.

Une lunette à mesurer les distances fait partie de l'équipement des officiers.

Les balles *b*, *c*, et *d* fig. 53, toutes du calibre 10 mm. et du poids 16,6 à 17 gr., sont des modèles plus anciens, appartenant au *fusil de chasseur* ou du moins tirés avec ce fusil à titre d'essai. Les résultats favorables du modèle *c*, plein et uni, ont été mentionnés déjà plusieurs fois; nous manquons d'expériences certaines sur *b*; *d* représente le modèle employé en Hollande, dont les dimensions sont données plus exactement dans la Pl. 16 du 1er vol. La vraie *forme réglementaire de la balle à compression* (qui vient seulement d'être remplacée tout récemment par la balle-Buholzer décrite plus bas) est représentée dans la fig. 54, Pl. 8. D'après les données de l'ordonnance du 16 octobre 1859 (vérifiées sur quelques échantillons que nous avions à notre disposition). La petite lunette a 9,99, la grande 10,11 mm. de diamètre; le poids est de 16,6 gr.

Nous allons maintenant résumer aussi succinctement que possible l'*histoire* des derniers *progrès* des armes suisses. Jusqu'à l'année 1850, les compagnies de tirailleurs Suisses portaient des carabines à balle-sphérique de construction ancienne et de

moyen calibre dont la faible portée et le peu de valeur pour le service de guerre se firent remarquer d'une manière frappante surtout à l'occasion de la campagne des corps francs en 1845. Alors déjà les modèles de carabine américains de moyen et de petit calibre, à balles pointues, avaient attiré l'attention et reçu l'approbation des tireurs à la cible qui déploient en Suisse une grande activité (1). L'administration militaire de la confédération reconnut bientôt la haute importance d'un progrès de cette nature et fit entreprendre des

(1) Les avantages du petit calibre ont dû être reconnus d'abord par les chasseurs des contrées sauvages pour qui l'achat et le transport du plomb étaient des questions importantes. Déjà, avant les chasseurs du Kentucky, etc., les montagnards du Caucase se servaient de longues armes de très-petit calibre dont les balles (quelquefois coulées en cuivre) se tiraient avec une grande précision même dans des canons lisses. Depuis longtemps aussi et aujourd'hui encore les chasseurs du Nord se servent habituellement en Russie et en Scandinavie de ce qu'on appelle des *fusils à pois* (Erbsrohre) dont les longs canons sont rayés, dont les balles ont de 7 à 9 mm. de diamètre et qui s'emploient avec le plus grand succès même pour la chasse de grands gallinacés propres à ces contrées. Déjà, avant l'introduction des balles pointues, ce petit calibre était l'objet d'une certaine préférence à cause de la grande vitesse initiale de ses balles légères tirées à forte charge dans des canons d'un poids considérable.

épreuves officielles ayant pour but d'en étendre l'application aux armes de guerre.

Telle est l'origine de la *carabine d'ordonnance* décrite plus haut, dont l'introduction fut résolue en 1850 et réalisée dès 1851. En même temps on conçut le projet de l'introduction générale des armes rayées, en commençant par les chasseurs. Déjà la loi du 27 août 1851, sur l'équipement de l'armée fédérale, décida que les chasseurs encore armés à cette époque du fusil lisse de gros calibre devraient l'être de *fusils rayés* en 1857 au plus tard.

Des expériences qui durèrent plusieurs années amenèrent ensuite l'introduction du *fusil de chasseur de petit calibre* à garniture simplifiée, qui fut décidée le 25 septembre 1856 pour les compagnies de chasseurs faisant partie des bataillons et les demi-bataillons formant des corps distincts, ainsi que pour les compagnies de chasseurs isolées, faisant partie de l'armée active. Les acquisitions devaient être terminées à la fin de 1860. Le 26 janvier 1859 on résolut de transformer d'après le *système Prélat-Burnand* tous les fusils lisses du gros calibre (pour toutes les troupes à pied destinées au service actif et pour la réserve fédérale, à

l'exception des tirailleurs armés de la carabine de petit calibre et des compagnies de chasseurs déjà en possession d'armes de ce même calibre). Cette mesure transitoire fut exécutée de 1859 à 1861.

En attendant, l'assemblée fédérale résolut, le 31 janvier 1860, de rechercher sérieusement la meilleure forme de l'arme à feu portative et de faire établir à ce moyen un modèle unique ou du moins un calibre commun à toutes les armes. Le Conseil fédéral nomma pour résoudre ce problème une *Commission d'experts* qui, sous la direction de l'administration militaire, entreprit une épreuve comparative de divers modèles et de leurs détails (provenant d'une concurrence générale). L'arme qui donna les meilleurs résultats fut un fusil du calibre 12,8 mm. de MM. *Burry* et *Buholzer* à Lucerne. La Commission proposa dans son rapport de fixer le calibre entre les limites de 12 et 12,6 mm. ou bien de 12,9 et 13,5 mm., selon que l'arme devait être consacrée seulement à l'infanterie de ligne et aux chasseurs, à l'exclusion des tirailleurs, ou bien employée aussi par ces derniers. En tout cas on devait employer une balle à expansion et une longueur de canon de 99 cm.

Sur les entrefaites (dans le cours de l'année

1861) la question prit une nouvelle tournure par l'apparition d'une balle à expansion de 10,2 mm. de diamètre dont la construction due à M. le garde d'artillerie *Buholzer*, à Lucerne, convainquit par des faits la Commission des experts de la possibilité d'employer l'expansion pour le petit calibre (1).

Comme la Commission, malgré cela, ne supprimait pas le gros calibre et n'arrivait pas à un résultat positif, l'assemblée fédérale prescrivit le 7 février 1862 une reprise des épreuves comparatives dans laquelle on devait considérer en particulier tous les nouveaux modèles et accorda pour cela un crédit de 10,000 francs.

Ces épreuves, dont nous donnons ci-après les résultats principaux, eurent lieu à Bâle en juin, juillet et novembre 1862.

Les calibres comparés furent les suivants :

(1) On n'a jamais, que nous sachions, douté ailleurs de cette possibilité, mais seulement considéré l'expansion comme un moyen auxiliaire superflu en présence des excellents résultats déjà fournis par les balles pleines ou cannelées de petit calibre. Avec les dimensions adoptées en Suisse, il faut considérer à la vérité qu'eu égard aux différences de calibre des armes de petit calibre déjà existantes (carabine et fusil de chasseur), on devait désirer une tolérance *extraordinaire* pour le vent.

Calibre de la balle.	Calibre du canon.	Poids de la balle.	Charge.
10,05 mm.	10,39—10,92 mm.	18,15—18,93 gr.	4,1 gr.
11,10 »	11,40 »	24,37 »	4,1 »
11,70 »	12,03—12,66 »	22,5—33,35 »	4,1 »
12,60 »	12,90—13,53 »	26,6 »	4,3 »

Les résultats furent mis en ordre d'après les méthodes scientifiques par MM. le lieutenant-colonel Weiss et le chef d'eacadron d'état-major Siegfried.

Nous donnons en premier lieu les résultats principaux pour le *plus petit calibre*.

Le *fusil de chasseur* employé a déjà été décrit dans le premier volume et dans la quatrième section du deuxième. Le caractère de cette arme consiste en ce qu'elle ne doit nullement ses énormes effets à une disposition intérieure particulière, mais uniquement à l'existence des rayures, à la longueur de la balle et aux rapports favorables qu'ont entr'eux les poids du projectile, de la charge et de l'arme. La culasse brevetée n'a pas de signification particulière puisque la chambre a exactement le calibre de l'âme. Elle put donc être remplacée depuis 1861 par une culasse ordinaire pour une partie des fusils de chasseur lors de *l'introduction des canons en acier fondu* à grains de lumière assujettis par refoulement.

Par suite de cette dernière mesure, la seule objection contre l'adoption d'un *calibre unique pour le fusil d'infanterie* se trouva levée ; on put alors allonger le canon de 6 cm. (de 93 à 99 cm.) et on obtint de cette manière une excellente arme d'infanterie qui entra en concurrence dans les épreuves de Bâle.

On tira avec deux armes un peu différentes entr'elles tant pour le fusil de chasseur que pour celui d'infanterie ; leurs dimensions principales sont données comme il suit dans les procès-verbaux de la Commission (1).

PETIT CALIBRE.

	Fusil de chasseur.	Fusil de ligne.
Calibre :		
sans les rayures. .	10,44 mm.	10,39 mm.
	10,86 »	10,92 »

(1) Les armes que nous désignons sous le nom de « fusils de ligne » sont désignées dans les procès-verbaux sous celui de « fusils de chasseur allongés », pour les distinguer des autres fusils de ligne de plus gros calibre. Mais l'arme du cal. 10,39 est à peu près exactement semblable au modèle 1863 destiné à l'infanterie suisse qui sera décrit plus loin, et l'autre arme, du calibre 10,92, appartient aussi par sa longueur à la même catégorie.

	Fusil de chasseur.	Fusil de ligne.
Calibre :		
avec les rayures. .	10,86 » 11,28 »	10,74 » 11,31 »
Longueur du canon :		
avec la culasse . .	930 » 933 »	993 » 993 »
Pas des 4 rayures.	810 »	810 »
Diamètre du canon :		
sous la hausse. . .	25,5 » 25,3 »	25,3 » 25,3 »
sous le guidon. . .	18,4 » 18,3 »	17,1 » 16,9 »
Longueur du fusil :		
sans baïonnette. .	1320 »	1380 » 1383 »
avec baïonnette. .	1830 »	1890 » 1898 »
Poids du fusil :		
sans baïonnette. .	4 K. 39 4 K. 250	4 K. 500 4 K. 486
avec baïonnette. .	4 K. 367 4 K. 578	4 K. 851 4 K. 843

Des trois projectiles qui furent tirés avec les deux armes, nous citerons en premier lieu le modèle

B de *Buholzer* (Pl. 8, Fig. 55) qui fut reconnu le meilleur par la comparaison expérimentale et fut en conséquence adopté non-seulement pour les nouveaux *fusils de ligne*, mais aussi pour les *fusils de chasseur* et pour le chargement de campagne de la *carabine d'ordonnance*. La balle est parfaitement dirigée dans le canon, puisque la pointe ogivale elle-même s'applique légèrement dans les rayures après le refoulement. L'enveloppe de la cartouche consiste en papier graissé, très-mince mais très-résistant (parchemin artificiel) (1), et exerce sur le projectile une action directrice si complète et si exacte que l'emploi d'un calepin est inutile même pour le tir de précision le plus raffiné.

La Fig. 56, Pl. 8, représente le modèle C[n] pré-

(1) Nous avons déjà expliqué dans le n° 2 du *Journal militaire universel* de 1862 la fabrication du parchemin artificiel (par l'immersion de papier non collé dans l'acide sulfurique anglais étendu d'eau), et recommandé l'emploi de cette substance pour les munitions. — La cartouche Buholzer est confectionnée très-simplement. La douille de la poudre est formée d'un rectangle de carton mince ayant 40 mm. de large sur 67 mm. de long, enroulé, collé et replié en dessous.

L'enveloppe est un trapèze de 124 mm. de long, ayant pour bases 68 et 38 mm. ; elle fait deux fois le tour de la balle.

jeté par la Commission, lequel ne diffère pas essentiellement de B, sauf par la forme de l'évidement. On peut supposer qu'il en est de même de la balle Z (de Zaugg), puisqu'avec le calibre de 10,08 et 26,7 mm. de longueur elle pesait 18,93 gr. et présentait un évidement expansif comme les autres modèles.

La charge fut pour tous les modèles de 4,1 gr. La balle à compression du fusil de chasseur, qui était auparavant la balle d'ordonnance, avait été exclue du concours.

Nous donnons ci-après les résultats principaux fournis par ces armes du petit calibre de 10,39 à 10,99 mm. (que nous avons l'habitude de désigner par la valeur moyenne 10,5).

Résultats principaux des épreuves de tir exécutées à Bâle en 1862.

Avec a. *Le fusil de chasseur suisse.* b. *Le fusil d'infanterie suisse de petit calibre.*

Calibres du fusil de chasseur 10,44 et 10,86 mm.; du fusil d'infanterie, 10,39 et 10,92 mm.
Balles : B de Buholzer ; Z de Zaugg ; Cn deuxième modèle proposé par la commission.

Table 1.

	Vent en mm.	Angles de hausse aux distances de : 100 pas de 75 cm.	800 pas.	1000 pas.	Rayons de dispersion à : 400 pas. Pour la totalité des coups.	400 pas. Pour la moitié des coups.	800 pas. Pour la totalité des coups.	800 pas. Pour la moitié des coups.	1000 pas. Pour la moitié des coups.	Espace battu contre l'infanterie (hauteur 180 cm) 100 pas maximum	600 pas.	800 pas.	1000 pas.	Durée du trajet en secondes pour 1000 pas.	Recul en kilos.
	a.				cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	pas.	pas.	pas.	pas.		
B	0,24	37'12"	1°28'45"	—	48	27	138	60	—	500	107	69	—	2,71"	—
Z	0,36	38'21"	1°26'27"	2°12'45"	39	18	129	66	112,5	490	115	63	34	2,71"	15,6
Cn	0,36	36'33"	—	2°13'4"	45	19,5	—	—	117	478	95	58	37	2,87"	—
B	0,66	40'6"	1°43'5"	2°17'56"	87	24	—	63	84	466	87	57	49	—	15,3
Z	0,78	41'8"	1°42'3"	2°15'58"	48	24	198	78	84	467	90	59	50	—	—
Cn	0,78	41'28"	1°41'6"	2°19'16"	108	30	—	81	129	468	93	58	39	—	—
	b.														
B	0,24	28'9"	1°33'28"	2°14'46"	84	28,5	—	63	129	500	84	49	41	2,95"	—
Z	0,31	30'34"	1°28'25"	2°6'58"	54	21,0	165	66	87	506	100	56	35	2,62"	—
B	0,72	—	1°38'39"	2°15'18"	—	—	—	82,5	124,5	502	86	54	38	2,88"	15,9
Z	0,84	39'27"	1°31'0"	2°15'2'	—	27	—	81	103,5	470	102	60	40	2,84"	—
Cn	0,84	37'53"	1°34'30"	—	87	33	—	81	—	476	96	60	—	—	—

La table précédente est très-intéressante par cette raison, entr'autres, qu'elle donne à 800 pas encore dans un grand nombre de cas les cercles de dispersion contenant 100 °/o des coups directs, ce qui fait ressortir d'une manière évidente la rare précision du tir et fournit un point d'appui précieux pour la comparaison du groupement théorique et réel des coups.

Il était donc inutile de donner les pour cent et cela nous eût même été impossible, puisque la grandeur de la cible n'est pas indiquée dans les procès-verbaux de la commission.

Les rayons donnés ici pour les cercles contenant la moitié des coups s'accordent très-bien avec les résultats des épreuves hollandaises, si l'on ne tient compte que des vents compris entre 0,24 et 0,66 pour les premiers et entre 0,4 et 0,6 mm. pour les seconds. Au contraire les balles suisses à expansion présentent avec les vents 0,78 et 0,84, déjà anormaux pour ce calibre, de bien meilleurs résultats que la balle à compression employée en Hollande avec ceux de 0,7 et 0,8 mm. Si l'on examine dans la table 1 précédente les données correspondantes aux vents compris entre 0,66 et 0,84, on voit qu'à 400 pas le rayon de dispersion pour

50 % des coups est d'environ 27 cm. en moyenne, tandis que tous les coups sont renfermés dans un rayon de 80 à peu près. Il en résulte une probabilité théorique de 100 % contre 3 surfaces d'homme, de 50 % contre la poitrine et de 12 % contre la tête d'un homme.

A 1000 pas pour les mêmes valeurs du vent le rayon du cercle contenant 50 % des coups est assez exactement de 1 m., d'où résultent l'écart moyen quadratique de 1,2 m. et les probabilités de 37,60 et 69 % contre 2, 4 et 6 surfaces d'homme (de 180 cm. de haut sur 60 cm. de large chacune).

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans des considérations plus étendues pour faire voir qu'une telle dispersion ne laisse rien à désirer pour le but qu'on se propose à la guerre et pourrait même être un peu augmentée sans inconvénient pour la pratique.

Ceci s'applique aussi bien aux deux armes du plus petit calibre qu'aux fusils d'un diamètre compris entre 11 et 13 mm. qui ont pris part au concours et dont il sera question plus tard. Toutes les armes soumises à la comparaison ont fourni à peu d'exceptions près un minimum pratique de disper-

sion tel qu'il n'y a pas à proprement parler de gradation sensible à cet égard.

La précision du tir à distance connue a été poussée en Suisse, où elle est l'objet d'un art pratiqué avec une passion vraiment nationale, jusqu'à une perfection presque exagérée ; c'est ce qui explique comment, même dans les épreuves militaires de tir, on y attribue encore quelquefois une certaine valeur à des différences de dispersion qui n'ont plus guère de signification pour la pratique de la guerre.

Les trajectoires ont aussi été déterminées plus tard (en novembre 1862) pour la distance de 400 pas au moyen de mesures directes prises sur 4 cibles nivelées. Les élévations au-dessus d'une ligne droite qu'on suppose menée de la bouche de l'arme au point d'impact moyen (sur la cible distante de 400 pas) furent d'après ces épreuves :

	à 100	200	300	400	pas.
Pour le fusil de chasseur	75,9	106,8	83,7	0	cm.
Pour le fusil d'infanterie	75,0	111,0	90,0	0	»

On obtint en outre :

	avec le fusil de chasseur.	avec le fusil de ligne.
Pour l'angle de tir relatif	50′ 32″	41′ 13″
Pour l'angle de projection calculé au moyen des ordonnées.	44′ 0″	41′ 23″

La trajectoire pour 100 pas a son point culminant élevé de 9,15 m. au-dessus de la ligne de mire pour le fusil de ligne et de 9,30 m. pour le fusil de chasseur. En même temps les espaces battus furent fixés comme il suit :

	Maximum mesuré directement	600	800	1000 pas.
Fusil de chasseur	442	90	58	40 »
Fusil de ligne	436	98	59	40 »

Si l'on compare les données précédentes, y compris celles de la table 1, avec les résultats des épreuves hollandaises, on verra que les espaces battus sont, à très-peu de chose près, les mêmes et que la valeur de 60 pas, par exemple, correspondant à la distance de 800 pas, peut être adoptée comme confirmée par les faits aussi bien pour la balle à compression que pour le projectile à expansion. Les angles de hausse approchent aussi tellement de l'égalité que leurs différences semblent dues seulement à celles de l'observation. Il en est de même des ordonnées de la trajectoire qui ont été calculées en Hollande à l'aide des hauteurs de chute et, au contraire, déterminées en Suisse au moyen de mesures immédiates. On en conclut que

le premier but en blanc pourrait être placé à 360 pas environ pour toutes les balles de ce calibre, ce qui permettrait d'étendre le rayon de la hausse fixe à peu près, jusqu'à 440 pas en visant toujours sur le milieu de l'adversaire. Les divisions pourraient ne commencer pour l'infanterie de ligne qu'à partir de 500 pas puisque pour cette distance on obtient encore un espace battu de 60 ou 80 pas en avant du but.

Les valeurs maximum de l'espace battu données ci-dessus expriment les distances auxquelles la balle va frapper le sol quand le point culminant de la trajectoire est élevé de 180 cm. au-dessus du sol (1).

Si l'on fait abstraction des tolérances de vent extrêmes — et pour les canons en acier fondu les limites de 0,4 ou 0,6 seraient parfaitement suffisantes — les épreuves suisses ne constatent aucun avantage important des balles à expansion sur l'ancienne balle à compression qui avec un poids de 16 à 17 grammes donne à peu près les mêmes résultats que les projectiles expansifs pesant de 18 à 19 gr.

(1) L'espace battu (bestrichener Raum) des Allemands correspond à notre « zone dangereuse. »

Nous avons déjà fait remarquer plus haut que le perfectionnement le plus élevé de cet excellent calibre, c'est-à-dire un amoindrissement plus grand encore des angles de hausse sans accroissement notable de la dispersion et avec une tolérance de vent maintenue dans les limites suffisantes qu'on vient d'indiquer, pourrait être obtenu au moyen d'un projectile *uni à l'extérieur*, entièrement plein, ou légèrement évidé, avec une charge d'environ 4,25 gr.

La balle, fig. 57, pl. 8, du calibre 10 mm. a été tirée dans des épreuves récentes faites à l'école normale de tir de Vincennes avec un fusil suisse du calibre 10,55 mm., et elle a atteint à peu près la distance de 800 m. = 400 pas avec la hauteur de hausse correspondant à la distance de 200 pas pour la balle d'ordonnance à compression, c'est-à-dire avec un angle de hausse d'environ 20 ou 25'. On avait employé, pour ces épreuves, une espèce de poudre américaine à grains fins, mais nous avons obtenu nous-mêmes, ainsi que nous l'avons dit déjà dans le 1er vol., des résultats tout aussi surprenants avec une poudre hessoise demi-fine à grains anguleux irréguliers. Cela nous conduirait trop loin d'entrer ici, d'une manière tout à fait spéciale,

dans la question de la poudre ; nous avouerons même que nos vues personnelles, sur ce point difficile, ne sont pas encore entièrement fixées ; il y a deux choses bien certaines : 1° On ne peut attribuer au système suisse une *susceptibilité* particulière à l'égard de la qualité de la poudre ; on a constaté, au contraire, qu'on obtient des résultats satisfaisants avec des qualités très-différentes ; 2° afin d'arriver au plus haut perfectionnement du système, on peut encore s'efforcer de donner au volume de 4 centimètres cubes de poudre tout au plus (lequel représente un maximum pour des canons aussi étroits), un effet aussi intense que possible en améliorant la qualité. La poudre suisse à grains ronds, n° 3 (avec laquelle ont eu lieu les épreuves de Bâle sur le petit calibre), s'obtient au moyen d'un crible dont les ouvertures ont 1,5 mm. de large (un grain plus gros donne encore une précision suffisante, mais des vitesses initiales moindres) ; elle est, comme on l'a déjà remarqué plus haut, moins compacte, et, par suite, sa pesanteur spécifique n'est que de 1,68 à 1,70 (*déterminée par le cubage*, c'est-à-dire en faisant entrer dans le calcul les vides que les grains laissent entre eux, elle est d'environ 0,987). On croit avoir remarqué en Suisse que

cette poudre, en vertu de sa combustion moins rapide? détermine une répartition plus égale des résidus dans l'âme (une accumulation moins grande en arrière), et conséquemment une direction et une obturation meilleures de la balle. Sa composition est, si nous sommes bien informés, la même que celle adoptée ailleurs, en Bavière par exemple, pour les armes à feu rayées, c'est-à-dire 10 (de soufre) pour 14 et 76. Dans nos propres expériences sur le fusil de chasseur, nous avons obtenu les meilleurs résultats avec la *poudre hessoise* citée plus haut, dont la pesanteur spécifique est de 1,80 (1,03 environ par le cubage), tandis qu'un gramme renferme environ 3800 grains de 0,2 à 0,75 de diamètre. Sa composition est de 75 pour 11,5 de soufre et 13,5 de charbon. Dans toutes les épreuves, cette poudre s'est montrée d'une qualité au moins égale à celle de la poudre suisse quant à la précision et à la portée, et elle n'a pas produit non plus l'inconvénient de l'agglomération des résidus dans l'âme étroite du fusil du chasseur. L'insusceptibilité de cette arme à l'égard des différentes espèces de poudre a été suffisamment constatée; la poudre de chasse *superfine* seule (telle qu'on l'emploie pour les armes de luxe) a donné avec le fusil de chas-

seur, ainsi qu'avec *tout autre* fusil rayé, de plus grandes dispersions, des portées moindres et des effets irréguliers de toute sorte. Une charge comprimée pourrait avoir une valeur particulière pour le petit calibre, puisque la cartouche se trouverait ainsi raccourcie, mais les expériences nous manquent sur ce point.

Comparativement aux armes du plus petit calibre, on éprouva aussi à Bâle des fusils de divers diamètres plus grands, depuis 11,4 *jusqu'à* 13,6 *mm.*, ainsi qu'on l'a déjà dit plus haut.

La même question ayant déjà été traitée d'une manière étendue dans la 4ᵉ section, nous pouvons nous borner ici à quelques courtes observations. Les fusils de plus gros calibre n'offraient aucunes dispositions nouvelles ayant une influence particulière, immédiate sur la précision du tir. Tous étaient munis de quatre rayures superficielles à arêtes vives, dont les pas variaient de 90 à 108 cm, avec des longueurs de canon comprises entre 97,2 et 100 mc. ; les chambres plus étroites employées pour quelques-uns des fusils furent abandonnées déjà pendant le cours des épreuves, Les poids aussi diffèrent peu de celui du fusil de ligne de petit calibre ; la plupart des modèles ne pesaient que cinq

onces environ de plus, en faisant abstraction du yatagan, dont l'emploi amenait les modèles des calibres compris entre 12,9 et 13,5 au poids total déjà presque inadmissible de 5 kil. 800 à 5 kil. 320.

On a déjà fait remarquer plus haut qu'à l'égard de la précision presque toutes les armes éprouvées sont arrivées très-près d'un maximum. Mais, si l'on tient un compte tout à fait exact de cet élément, c'est encore le plus petit calibre qui a l'avantage sous ce rapport.

En effet, *le résultat général de toutes les épreuves* a donné :

	Moyenne des coups efficaces pour cent.	Rayon de dispersion minimum	Rayon de dispersion moyen
Avec la balle de petit calibre de 10 mm. environ.	93,7	16,5	20,9
Avec les balles de calibres plus grands, jusqu'à celui de 12,6 mm.	91,6	17,0	21,1

Parmi les balles des calibres supérieurs, celles à expansion de 12,6 mm. de diamètre et du poids de 26,6 gr. avec 4,3 gr. de charge, fig. 58, pl. 8, ont donné de meilleurs résultats que celles du calibre intermédiaire de 11,7 mm. de diamètre, fig. 59,

dont le poids est compris entre 22,5 et 23,35 gr., avec la charge de 4,1 gr. Les effets de cette excellente balle C[III], construite par M. le colonel Merian, sont les meilleurs de tous ceux de ce calibre qui nous sont connus et surpassent même, d'une manière notable, les résultats obtenus avec les calibres semblables (12,5) dans les épreuves hollandaises et davantage encore ceux du fusil de Sauerbrey. La précision est tout à fait semblable à celle du plus petit calibre et les angles de hausse se rapprochent d'une manière surprenante de ceux de la plus petite balle. La forme extérieure se fait remarquer par la longueur extraordinaire de la partie directrice, la pointe massive à ogive surbaissée et les cannelures à arêtes vives dont les parties coniques vont en s'élargissant de haut en bas. Le centre de gravité semble être situé au milieu de l'axe longitudinal. Le profond évidement, qui a fourni une expansion si complète, est *peut-être* la confirmation de l'hypothèse admise par Podewils, d'après laquelle les gaz de la poudre lancés en avant commencent l'expansion de la balle avant que leur action se répartisse régulièrement sur toute la surface qui les enveloppe. Nous avouons que nous ne sommes pas encore parvenus à nous faire des idées systé-

matiques bien arrêtées sur ces différentes périodes de l'explosion ni sur la forme de l'évidement qui leur convient le mieux, attendu que presque toute épreuve nouvelle un peu étendue fournit des faits nouveaux et surprenants. Ce n'est que pour un diamètre de 14 mm. et plus, que les évidements à coupe transversale étoilée ou quadrangulaire se montrent incontestablement supérieurs aux évidements ronds. Mais, avec les diamètres de 12 et 13 mm. déjà, on obtient d'excellents résultats avec des évidements arrondis, des formes et des profondeurs les plus différentes Le fond plat (perpendiculaire à l'axe) de l'évidement, qu'on voit dans la fig. 58, contribue, conjointement avec la longueur de la partie directrice, à la régularité du mouvement de progression de la balle (dans l'axe du canon). La *résistance dans le transport* n'est pas, du reste, entièrement satisfaisante, autant qu'on peut en juger d'après la figure. La balle-Merian atteignit aux distances de 800 et de 1000 pas avec les angles de tir de 1° 51′ 9″ et 2° 36′ 45″ et le point culminant de sa trajectoire ne s'éleva que de 10,14 m. au-dessus de la ligne de mire pour la dernière de ces distances; la détermination directe de la trajectoire pour 400 pas n'a donné aussi aux distances de

100, 200 et 300 pas que les élévations de 84, 118,2 et 93,6 cm. Les espaces battus à 600, 800 et 1000 pas ne furent que de 84,53 et 37 pas, avec un maximum de 422 pas.

Si l'on compare ces nombres avec ceux de la 4e section, on doit avouer qu'ils représentent des résultats très-considérables, mais on revient toujours à la question de savoir dans quel but on adopterait une arme et des munitions plus lourdes quand de plus légères fournissent des effets au moins égaux ?

L'examen précédent a donc aussi conduit, après une vive discussion, à la vraie solution de la question dans son ensemble.

La *majorité de la Commission des experts* s'est prononcée dans son rapport à l'administration militaire suisse (du 10 décembre 1862), pour le calibre de canon de 12,9 mm. environ, le plus gros de ceux éprouvés, sans toutefois contester, d'une manière absolue, les avantages du plus petit diamètre. On allègue dans ce rapport, que, pour la précision, les calibres de canon de 12,9 et 10,5 sont *à peu près sur la même ligne* et tous deux supérieurs au diamètre moyen de 12 mm. ; que relativement à *la trajectoire et à l'espace battu* on recon-

naît un léger avantage en faveur du moyen et du petit calibre, mais que cet avantage n'a aucune valeur? pour la conduite de la guerre. Que l'on peut pour tous les calibres adopter une hausse fixe pour la distance de 280 pas et l'employer pour tirer jusqu'à 400 pas (sans changer le point visé ?) (1). Que

(1) Le but en blanc entre 350 et 360 pas, avec un espace battu qui monte à 440 pas environ, est, ainsi qu'on l'a déjà remarqué dans le 1er vol., tout ce que l'on peut peut obtenir et désirer dans l'état *actuel* des armes de petit calibre. Si l'on prend pour angles de hausse à 100, 200, 300, 350, 400, 450, 500 pas, 8; 18, 2; 29, 2; 35; 41; 47, 2; 53, 6 minutes et le but en blanc à 350 pas, la hauteur de la trajectoire au-dessus de la ligne de mire à 200 pas (c'est-à-dire en son point culminant à peu près) est de 73, 3 cm., et l'espace battu en arrière du but s'élève jusqu'à 427 ou 335 pas, suivant que l'on vise sur le milieu d'un homme de 175 cm. de hauteur, ou bien (comme dans les épreuves hollandaises) sur un point élevé de 1 m. au-dessus du sol. Le but en blanc à 400 pas, avec l'angle fixe de 40 minutes, proposé par la commission hollandaise (page 92), serait donc encore trop éloigné. Nous avons fourni dans le présent volume et dans le 1er toutes les données nécessaires pour déterminer le rayon extrême de la hausse fixe correspondant aux modifications les plus diverses du petit calibre. Mais il faut naturellement considérer ici quelles variations on veut permettre pour le point d'impact, jusqu'à quel degré on veut avoir égard à la dispersion et de quelle manière on veut établir l'instruction sur la manière de viser. On peut éviter la posi-

la déviation produite par le vent paraît, d'après quelques épreuves, être plus considérable pour le plus petit calibre. Que *la force de percussion* est à peu près la même pour les trois calibres éprouvés, mais que les *effets destructifs* constatés par l'expé-

tion trop élevée du point d'impact aux distances en deçà du premier but en blanc, en abaissant un peu le point *fixe* sur lequel on vise pour *toutes* ces distances et le plaçant, par exemple, sur les *genoux* de l'adversaire, mais les espaces battus *en arrière* du but se trouvent alors naturellement amoindris. Le *lieutenant en premier brunswickois L. Siemens* a proposé dernièrement de donner au guidon une hauteur égale à la hauteur apparente d'un adversaire éloigné de 500 pas, puis d'amener pour toutes les distances plus rapprochées le pied du guidon sur les pieds de l'adversaire et de viser en conséquence par guidon rasé toujours sur le point indiqué par le sommet du guidon. C'est une idée fort ingénieuse qui trouvera dans l'avenir son application pratique, du moins pour les corps d'élite. Pour la généralité des tireurs de l'infanterie, il faut considérer à la vérité qu'à partir de 250 pas les grandeurs apparentes de l'adversaire commencent à devenir trop petites pour que la manière de viser en question puisse être employée, à moins d'une habileté et d'un calme exceptionnels. Il faut se contenter ici la plupart du temps d'obtenir que la visée ait lieu *sur l'homme* en général, et le moyen le plus sûr d'obtenir ce résultat est de rendre l'instruction aussi simple que possible en prescrivant *une fois pour toutes* de viser par guidon rasé sur le même point de l'adversaire.

rience sont plus grands pour le gros calibre. Que *le recul* est faible, en général, et que son minimum a lieu pour le plus petit calibre. Que l'on n'a remarqué, pour aucun des calibres, une susceptibilité particulière à l'endroit de l'encrassement ; que l'emploi même de poudres de qualités inférieures n'a pas eu d'influence importante, ni pour le plus gros, ni pour le plus petit calibre. Que pour les calibres 10,5, 12 et 12,9, on a reconnu la possibilité d'une tolérance (une augmentation du diamètre du canon) de 0,51, 0,45 et 0,6 mm. La légèreté des munitions est reconnue comme un avantage incontestable du plus petit cal., mais avec cette remarque restrictive que l'infanterie de ligne suisse est plus rarement détachée dans des lieux inaccessibles et peut, lorsqu'elle manque de munitions, en tirer des caissons plus facilement que les tirailleurs pour lesquels ladite légèreté a, par con-conséquent, une plus grande valeur? Les tirailleurs, et les tirailleurs seuls, doivent donc conserver le petit calibre pour ne pas perdre entièrement le caractère d'une arme spéciale et pour justifier la formation d'un corps particulier. (Cette argumentation est évidemment en contradiction avec l'allégation que les armes du petit calibre sont infé-

rieures à celles du gros dans leurs effets, car la création d'une arme spéciale et le sentiment de fierté des hommes qui en font partie ne sauraient à coup sûr être fondés sur la possession d'une arme qui tirerait plus mal, quelle que soit la légèreté de ses munitions.) La *forme longue et mince* des cartouches du plus petit calibre est signalée comme un inconvénient.

Des deux *rapports de la minorité* le premier se prononce pour le *calibre moyen* de 12 mm. qui serait préférable au gros, particulièrement à cause de son recul moindre.

Le *second* mérite une attention particulière par la justesse de son argumentation. On y fait remarquer en premier lieu que l'unité du calibre pour toutes les armes à feu portatives avait déjà été décidée par la résolution du conseil fédéral du 31 janvier 1860, fondée sur une exacte appréciation des faits, et que cette réforme déjà presque complétement accomplie dans *toutes* les armées est de la plus haute valeur précisément pour une *milice* comme celle qui compose l'armée suisse. (D'après notre manière de voir, on aurait dans le fait sacrifié volontairement un des éléments les plus importants de toutes les forces militaires de la Suisse;

en tranchant par l'adoption d'un plus gros calibre les fils qui reliaient déjà dans ce pays l'organisation des tirs vraiment nationaux aux armes de l'infanterie. Il pourrait sembler rationnel de sacrifier l'unité du calibre dans une armée pour passer d'un diamètre plus grand à un plus petit; mais la mesure contraire serait difficilement justifiable au point de vue militaire.) L'auteur du rapport fait ensuite ressortir les avantages connus qui résultent de *l'uniformité* du calibre pour la fabrication des armes et des cartouches; l'administration des arsenaux et des parcs; le chargement des caissons, les rapports, l'instruction, l'expédition des cartouches, l'aide que les hommes peuvent se prêter mutuellement pendant le combat, etc. Parmi les autres arguments que la minorité fait valoir dans ce rapport et qui s'accordent pour la plupart avec les idées que nous avons déjà exprimées plusieurs fois, nous relèverons encore les points suivants : 1° D'après les recherches et les calculs de l'auteur, très-compétent en cette matière, le plus petit calibre a donné presque constamment les plus petites dispersions et les plus petits angles de hausse en même temps que les plus grands espaces battus; 2° dans les épreuves organisées dernière-

ment à *Thun* la vitesse initiale s'est montrée moindre de 100 m. pour le calibre 12,9 que pour le calibre 10,5; 3° il a été constaté déjà en 1855 et 1856 que les balles du petit calibre possèdent encore à 1600 pas une force plus que suffisante pour mettre un homme hors de combat et percent à 400 pas même les os les plus forts d'un cheval; 4° le vent peut sans inconvénient être porté pour le petit calibre jusqu'au maximum qui permet le maniement de l'arme chargée (sans déplacement de la balle); 5° des épreuves plus récentes faites à *Berne, Aarau* et *Zurich* ont démontré que le *chargement* avec les cartouches du plus petit calibre (l'introduction de la poudre dans le canon en particulier) ne présente pas la moindre difficulté, quand les canons sont évasés coniquement à la bouche; 6° les nouvelles épreuves ont prouvé également que les cartouches du petit calibre solidement construites peuvent être portées dans les poches du pantalon même pendant un temps plus long que les autres sans être endommagées. La séparation de la balle et de l'enveloppe, comme en général toute détérioration produite par les secousses et les chocs dans la giberne sont d'autant *moins* à craindre que les balles sont *plus légères*. —

Au point de vue financier, on fait valoir, évidemment avec raison, que les cantons suisses et la Confédération se trouvent déjà en possession de 23,000 fusils de chasseur et carabines de petit calibre, qui représentent une valeur de 2 millions de francs.

Le Message du Conseil fédéral à la Diète (du 7 janvier 1863) recommande l'introduction ou plutôt le maintien du petit calibre. « Rarement, « dit ce rapport, une arme nouvelle a trouvé si « rapidement un accueil favorable de la part des « hommes, rarement le sentiment de la fierté mi- « litaire s'est développé à un degré aussi élevé que « par l'introduction du nouveau fusil de chasseur. « La meilleure preuve qu'on puisse en donner « c'est la puissante extension qu'ont prise les tirs « de campagne (c'est-à-dire les sociétés de tir « ayant une tendance militaire pratique) depuis « l'introduction de cette arme.

« Le petit calibre est plus économique. Nous « voulons parler ici beaucoup moins du prix du « fusil, sur lequel il n'y aura pas de différence sen- « sible, que de la *consommation en munitions*. La « différence dans la consommation du plomb pour « le gros et le petit calibre ne monte pas à moins

« de 46 °/₀. C'est un point auquel nous attachons « une grande importance, puisque les exercices de « tir se renouvellent annuellement et forment une « partie notable des frais réguliers que nous consa- « crons à l'instruction des hommes et que les « sociétés de tir libres prendront beaucoup plus de « développement par suite de la diminution consi- « dérable du prix des munitions, ce qui est d'un « très-grand poids avec notre système de milice (1).

« Avec le petit calibre, l'homme est moins « chargé. Or, les nouvelles réformes militaires ten- « dent principalement à faciliter les mouvements « des troupes et à ménager leurs forces.....

« Avec le petit calibre le recul est sensiblement « moins grand qu'avec le gros.

« La force de destruction plus considérable qui « doit être inhérente au gros calibre ne nous paraît « pas non plus faire pencher la balance en sa fa- « veur, puisqu'il est bien établi que la force de per-

(1) Il est fort à considérer encore que dans les longues guerres la production du plomb devient de plus en plus difficile et que, par suite, l'économie qu'on obtient sur cette substance par la petitesse des balles doit être considérée comme un élément important dans la conduite d'une guerre qui se prolongerait pour la défense nationale.

« cussion du petit calibre est (au moins) aussi grande « et que pour une blessure qui doit mettre hors de « combat, soit qu'elle attaque les os ou les parties « molles essentielles à la vie, c'est l'*intensité* qui « décide...

« En ce qui regarde les cartouches, l'expérience « a démontré que celles du petit calibre sont au « moins aussi durables que celles d'un calibre plus « gros. Pour ce qui est de la facilité du maniement « et du chargement de l'arme, les épreuves faites « jusqu'à ce jour avec le fusil de chasseur n'indi- « quent pas que nos hommes en général s'en ser- « vent moins bien que d'une arme de plus gros ca- « libre ou le chargent moins vite... »

Dans ce rapport du conseil fédéral on fait ressortir d'une manière très-remarquable ce fait qu'un avantage obtenu relativement à l'angle de hausse est bien plus significatif qu'une diminution de la dispersion : « l'espace battu en *longueur* étant tou- « jours plus grand de plusieurs pas avec le petit cali- « bre, sa dispersion dans le *sens latéral* peut être plus « grande de *plusieurs pieds* sans que l'efficacité de « son tir devienne pour cela *inférieure* à celle du « gros. On ne peut remédier aux inconvénients du « gros calibre par une position exacte de la hausse.. »

La vérité suivante que nous avons mise en lumière dans les sections 2 et 5 est la base sur laquelle doivent se fonder les progrès les plus importants de l'arme : *chaque minute* dont on pourra *diminuer* l'angle de hausse sera pour elle un perfectionnement réel précieux ; d'autre part il est impossible qu'un homme vraiment pratique donne son approbation quand il entend discuter avec un zèle important sur des différences de quelques centimètres dans la dispersion.

La question financière est aussi traitée dans le message où l'on donne un aperçu intéressant des besoins en nouvelles armes.

« Au principe de l'unité du calibre se relie naturellement aussi l'introduction d'une arme nouvelle pour les troupes du génie, les compagnies des parcs et la cavalerie. Si l'on fait entrer partout en ligne de compte un supplément de 20 %, on obtient les nombres suivants pour les diverses espèces d'armes nécessaires au nouvel armement des troupes actives et de la réserve :

« a. Pour les troupes du génie et de l'artillerie, 2.844 fusils ; b. pour les 5 compagnies de chaque bataillon d'infanterie et les compagnies séparées qui ne sont pas armées du fusil de chasseur,

« 77,220; — donc en tout 80,064 fusils, au prix « maximum de 80 fr. l'un, donnant une somme de « 6,405,120 fr. Pour la cavalerie, toujours un pis- « tolet à un coup, à 40 fr. au plus, ce qui fait « 137,720 fr., — donc en tout 6,542,840 fr. »

Pour les nouvelles munitions, il faut ajouter comme premier approvisionnement 13,361,120 cartouches (160 par arme), qui sont évaluées au prix de 534,444 fr., ce qui suppose qu'on espère en confectionner 25 pour 1 fr. On donne pour l'entier accomplissement de ces mesures, tant pour les troupes actives que pour la réserve, un espace de temps de 10 ans, pendant lequel on doit achever de consommer les anciennes munitions et les remplacer par de nouvelles, de sorte que de ce côté il n'y a presque pas de nouveaux frais.

Il est évident que la défense du pays exige en Suisse un approvisionnement, en armes de calibre uniforme, plus grand encore que celui prévu ci-dessus, lequel ne représente *guères* que l'armement simple pour les troupes actives et la réserve (1),

(1) « L'armée active » (Auszug) comprend les hommes de 20 à 34 ans jusqu'à concurrence de 3 °/₀ de la population; la réserve se compose d'environ 1 ¹/₂ °/₀ des hommes de 30 à 40 ans; tous les hommes valides sont assujettis au service

tandis que dans les autres armées on se précautionne d'avance de l'armement double. Avec l'excellente organisation de la milice suisse il n'est pas douteux que s'il s'agissait d'une guerre défensive sérieuse, l'armée pourrait être portée beaucoup plus rapidement que dans tout autre État à l'énorme force des 5 centièmes de la population, c'est-à-dire à 125,000 hommes environ, dans lesquels il faut compter plus de 100,000 fantassins (y compris les tirailleurs et les chasseurs). On peut donc évaluer les besoins en fusils et carabines du petit calibre pour l'approvisionnement complet du temps de guerre à 150,000 armes au moins. Mais il faut considérer en revanche : 1° qu'il existe déjà 23,000 fusils de chasseur et carabines du petit calibre; 2° que par suite du choix qu'on a fait du petit calibre pour l'arme de guerre, le nombre des armes propres au service militaire qui se trouvent dans la possession des particuliers (avec lesquelles

de la Landwehr, jusqu'à l'âge de 44 ans. Il s'agit d'abord de restreindre peu à peu à la Landwehr l'usage du fusil Burnand-Prélat. Si l'on n'arrive pas ainsi à la *complète* unité du calibre, ce fusil peut néanmoins être compté au nombre des meilleures armes de *gros* calibre et ses munitions sont relativement légères.

on peut employer les munitions réglementaires) est dès à présent très-considérable et tend continuellement à s'accroître. La *possibilité d'employer a cartouche de Buholzer* comme *munition de carabines* est un fait d'une grande importance militaire, car on peut espérer maintenant que l'ancien chargement à calepins avec ses inconvénients sera banni de plus en plus, même des sociétés de tir libres dont les tendances patriotiques se trouveront ainsi pleinement d'accord avec les convenances militaires. On peut prévoir en toute assurance qu'avec le chargement à cartouches le fusil de chasseur et le nouveau fusil d'infanterie se placeront aussi sur le premier plan pour le tir à la cible et remplaceront progressivement la carabine compliquée qui servait à cet usage. Cela ne peut tarder si au lieu de poursuivre des efforts tentés uniformément, mais avec un raffinement outré en vue d'obtenir l'extrême précision pour un coup isolé (chargé le plus soigneusement possible et mesuré au compas), on reconnaît de plus en plus qu'il s'agit d'obtenir un chargement rapide (par les moyens les plus simples) et de tirer vite et *à peu près* juste contre un but de la grandeur d'un homme (plus grand encore naturellement pour les distances au

delà de 400 pas). Le chargement exécuté en prenant la cartouche dans la giberne, l'emploi partiel de buts mobiles, les épreuves à plusieurs distances (avec une seule et même position de la hausse pour les plus rapprochées) et enfin le tir opéré dans un temps donné (par exemple le classement des tireurs d'après le nombre de coups que chacun d'eux met en 5 minutes dans une surface d'homme quel que soit le nombre des coups tirés) ; toutes les modifications du même genre enfin qu'on pourra introduire dans les tirs à la cible sont aussi propres à apporter la vie et la variété dans les fêtes nationales, qu'à leur donner un but patriotique sérieux. Nous conservons l'espoir que les tireurs suisses, considérés avec raison comme les modèles des tireurs allemands, prendront aussi les devants pour ces réformes. A l'encontre de la pédanterie sans valeur pratique de la vieille école de tir, il faut que l'on attribue à l'avenir la plus haute valeur à un chargement et à un tir rapides exécutés dans des conditions variables, car celui qui apprend à se servir de son arme avec quelque assurance dans de telles conditions, saura aussi en tirer les plus hauts effets de précision pour un coup isolé, lorsque le temps et les circonstances lui permettront de faire feu

lentement en pesant soigneusement son coup. Enfin, il faut considérer que, précisément pour les armes suisses, l'action d'un feu rapide supérieur et continu est rendue possible par la légèreté (par conséquent l'abondance) des munitions et qu'elle a certainement son importance dans un grand nombre de cas.

L'introduction du calibre 10,5 *mm. pour toutes les armes à feu portatives de la Suisse a été décidée les* 26 *et* 28 *janvier* 1863, *dans l'assemblée fédérale de la Confédération suisse par les deux conseils législatifs réunis, à une majorité de* 105 *voix contre* 22.

Le *nouveau fusil d'infanterie*, *modèle* 1863, adopté en conséquence de ce vote n'est pas à la vérité déterminé définitivement dans tous ses détails, mais nous sommes dès aujourd'hui en mesure d'indiquer, d'après des communications provenant de source certaine, les différences les plus importantes entre ce modèle et le *fusil de chasseur* qui lui a servi de type.

1° La *culasse brevetée* avec chambre (*de calibre*) crochet et bascule est munie d'une vis à filet plus fin, mieux appropriée au canon d'acier.

2° Le canon d'acier fondu, long de 99 cm., a en arrière, au milieu et en avant, les diamètres exté-

rieurs de 25,5 — 21,0 — 18,0 mm. et pèse 4 liv. 14 onces = 2 kil. 218, c'est-à-dire 5 onces = 76 gr. seulement *de plus* que le canon du fusil de chasseur, plus court de 6 cm. En même temps sa résistance à la flexion est si grande qu'un poids de 200 kilos n'a produit qu'une courbure de 0,6 mm.

3° La *cheminée* est agrandie, de manière que son diamètre correspond à celui des capsules de guerre généralement en usage (les capsules suisses renferment une composition mercurielle recouverte d'un vernis; elles sont fendues et munies d'un rebord).

4° Le *guidon* n'est pas introduit et soudé après coup, mais fait corps avec le canon et sert en même temps de tenon de baïonnette.

5° La hausse à arc gradué avec un court clapet tournant fournit, lorsque le clapet est entièrement abattu, une hausse fixe qu'on peut employer jusqu'à la distance de 440 pas et ses divisions s'étendent à partir de là jusqu'à celle qui correspond à la distance de 1000 pas.

6° La platine à chaînette à *un seul cran* présente une construction solide très-simplifiée (même en ce qui regarde la noix). La haute valeur d'une platine à un seul cran, de ce genre, a été constatée dernièrement par une épreuve violente. On a abattu

le chien *trente-cinq mille fois !* sur une petite feuille de cuivre (en pressant sur la détente) sans qu'aucune partie de la platine en fut endommagée.

7° La *bayonnette à 4 arêtes* est semblable à la bayonnette française actuelle (fixée à l'aide d'une douille à la manière ordinaire). La lame a 47 cm. de longueur à partir de la bouche. Le coude de la bayonnette est d'une force extraordinaire, à section transverse ovale dont le plus grand diamètre dirigé de bas en haut est de 17 mm.

8° On a adopté, comme en Hollande, pour les boucles moyenne et inférieure les *vis anglaises;* ces vis sont munies de petites rondelles soudées qui empêchent qu'elles puissent être retirées et perdues.

9° La longueur totale est de 184,9 et de 137,9 avec et sans bayonnette.

L'angle de couche est, comme pour le fusil de chasseur, très-considérable; il monte à 18° 28' (voir vol. I, pag. 419). De l'extrémité postérieure de l'axe du canon, (point de jonction de la culasse brevetée avec la bascule) au milieu de la plaque de couche la longueur est de 39,2 cm. L'angle supérieur de la base (un peu concave) de la crosse est situé à 81,2 mm. au-dessous de l'arête supérieure du canon prolongée en arrière.

La planche 9 donne une représentation exacte de la hausse, de la platine, de la culasse brevetée, de la cheminée, de la bascule, des boucles, de la bayonnette et de la baguette du nouveau fusil.

Nous considérerons encore, pour terminer, les résultats des épreuves suisses les plus récentes relativement à la vitesse initiale, à la force de percussion et à la puissance destructive des petites balles. Ces résultats ont donné la gradation suivante :

Calibre de la balle.	Poids du plomb.	Charge	Vitesse initiale.
B 10,2 mm.	18,15 gr.	4 gr.	434 M.
11,7 »	23.35 »	4.3 »	407 »
12,6 »	26.60 »	4.3 »	375 »

On peut en inférer avec une grande probabilité qu'on arriverait, en apportant plus d'exactitude dans les recherches, à constater pour les angles de hausse et les espaces battus des différences un peu plus grandes encore que celles qui sont données dans les rapports suisses.

La balle B a été tirée dans la carabine et pourrait atteindre dans le fusil de ligne de même calibre avec la charge de 4,1 ou 4,2 gr. une vitesse initiale un peu plus grande, mais elle arriverait difficile-

ment à celle de la balle à compression d'ordonnance qui dans les épreuves hollandaises s'est trouvée comprise entre 450 et 470 m. environ avec diverses charges de poudre. Ceci prouve une fois de plus qu'un projectile plein pesant 16 ou 17 gr. fournirait, avec une charge de 4,25 gr. à peu près, les trajectoires les plus avantageuses, circonstance dont la valeur se fera nécessairement sentir lors de la future extension de ce calibre. Dans les conditions où la Suisse se trouve placée, la cartouche Buholzer offre pour le moment, à cause de la perfection généralement reconnue de ses effets de précision, l'avantage spécial d'établir une certaine solidarité entre tous les tireurs au fusil et à la carabine, soit militaires, soit civils ; mais le temps viendra peut-être où là aussi on accordera volontiers quelques pouces *de plus* dans la dispersion pour obtenir le minimum de l'angle de hausse.

La comparaison entre les forces de percussion a donné les nombres suivants :

Calibre de la balle.	Poids du Plomb.	Charge	Pénétration moyenne dans le bois de sapin à 600 pas.	à 1000 pas.
Z 10,0 mm.	18,93	4,1	10,56 cm.	6,75 cm.
11,7 »	23,35	4,3	11,28 »	6,15 »
12,6 »	26,60	4,3	11,52 »	6,15 »

La supériorité du plus petit calibre apparaît dans les résultats obtenus à 1000 pas, lesquels sont particulièrement propres à donner la mesure cherchée.

Au reste il est à remarquer que dans les épreuves hollandaises la pénétration dans le bois de sapin. fut de 9 cm. à 1000 et de 6 cm. encore à 1400 pas. Les épreuves toutefois n'eurent pas lieu dans les mêmes circonstances (en Hollande on tira contre des planches clouées l'une contre l'autre, en Suisse elles étaient dressées l'une derrière l'autre à des intervalles de 24 cm chacun). Mais il faut bien reconnaître ici que la balle à compression possède une vitesse plus grande à l'extrémité de sa trajectoire qui est par conséquent un peu plus tendue.

Nous avons déjà exprimé notre opinion sur la *puissance destructive* des petites balles dans le Ier vol. de ce livre ainsi qu'en un autre endroit (Caractère particulier des armes et des tireurs allemands, p. 62 à 64). Nous possédons aujourd'hui un nouveau rapport intéressant du Dr Lehmann, médecin en chef de l'armée confédérée (du 8 janvier 1863), auquel nous empruntons les remarques suivantes. Pour la mise immédiate hors de combat par une blessure mortelle, on n'a pas à considérer si la balle est un peu plus petite ou un peu plus grosse (du moins

entre les limites de 10 et de 12,6 mm.). La mortalité des blessures du crâne ou du cerveau, du cou, de la poitrine (cœur, gros vaisseaux, poumons, colonne vertébrale), de l'abdomen (foie, rate, estomac, intestins, vessie, reins, gros vaisseaux, colonne vertébrale), ne dépend en aucune façon du calibre dans ces limites. Et quant aux blessures des membres (muscles, tendons, os, ligaments, articulations), elles ne produisent ni moins vite ni moins longtemps l'impossibilité de combattre lorsqu'elles proviennent du petit calibre.

Les blessures étroites et profondes du petit calibre peuvent être comparées en quelque sorte à un coup d'épée ou de bayonnette, qui laisse peu de traces extérieures et présente néanmoins beaucoup plus de gravité qu'une plaie largement béante. L'étroitesse du conduit de la blessure rend la recherche et l'extraction des corps étrangers plus difficiles; l'inflammation et la suppuration internes, l'étranglement et la gangrène se produisent plus fréquemment que dans les blessures d'un plus grand diamètre. Plus anciennement déjà les expériences des Russes dans le Caucase ont constaté la gravité des blessures des petites balles tscherkesses.

A ces considérations peu édifiantes pour le mili-

taire et pourtant très-importantes, nous ajouterons encore cette remarque que la supériorité de la force destructive du calibre français (17,2 mm. section 6), observée par le Dr Demme, ne peut s'expliquer que par deux motifs. En premier lieu la différence est ici déjà très-considérable, si l'on fait attention que l'étendue des parties qui se trouvant sur le passage du coup, sont refoulées ou complètement chassées au dehors, croît proportionnellement au cube du calibre; en second lieu, la forme particulière de l'évidement triangulaire ou quadrangulaire, d'où résulte une diminution de force à l'emplacement des angles et des arêtes peut causer les déformations les plus variées de la balle, parfois même son déchirement dans l'intérieur du corps lorsqu'elle rencontre une forte résistance de la part d'un os. Au contraire, aucun homme ayant l'expérience des armes, ne pourrait attribuer à la balle française une force de percussion plus grande qu'aux projectiles plus petits, ni faire dériver cette propriété d'un *accroissement extraordinaire de la propulsion résultant d'un plus grand développement de l'élasticité des gaz dans l'évidement.*

(*La suite au prochain numéro.*)

THÉORIE ET CONSTRUCTION GÉNÉRALE

DES

CANONS RAYÉS

Par **André Rutzki**, lieutenant en premier du régiment d'artillerie de côte; traduit de l'allemand par **Maurice Séebold**, ingénieur.

(Suite. — Voir le numéro du 15 juin 1864.)

DEUXIÈME PARTIE.

STRUCTURE EXTÉRIEURE DES CANONS RAYÉS.

LV. — STRUCTURE EXTÉRIEURE EN GÉNÉRAL.

Après la détermination de la structure intérieure, la première tâche est de donner au canon une épaisseur et une forme extérieure qui puissent résister à la pression du gaz, faciliter le service et permettre une construction légère de l'affût.

La forme, et surtout les dimensions du canon dépendent principalement de la pression des gaz dans l'âme et la résistance absolue de la matière, tandis que les dispositions particulières dépendent

de l'usage du canon et de la manière dont il est desservi. On distingue donc à ce point de vue les canons se chargeant par la bouche et ceux se chargeant par la culasse.

La construction de ces derniers ne diffère pas de celle des canons se chargeant par la bouche, excepté la partie de la culasse ; mais nous traiterons d'abord de la structure extérieure des canons se chargeant par la bouche pour parler plus tard de ceux se chargeant par la culasse.

La section du canon doit être limitée extérieurement par un cercle, si toutefois la forme de la section de l'âme ne diffère pas trop de cette ligne, et le cercle extérieur doit être concentrique au cercle intérieur pour que le canon ait une résistance uniforme dans toutes ses parties.

Nous appellerons dorénavant la différence entre les deux rayons des cercles intérieur et extérieur, *l'épaisseur du canon*. Les deux cercles limitant l'épaisseur étant concentriques, cette épaisseur est naturellement constante pour toutes les parties d'une section, de même qu'elle variera quand la forme de l'âme différera de la forme circulaire.

La résistance de l'épaisseur du canon doit être la même pour tous les diamètres d'une même section,

de sorte que, si la forme de la section de l'âme diffère de la forme circulaire, la forme extérieure du canon devrait, d'après la thèse ci-dessus, différer conformément au cercle intérieur; mais si cette différence est peu sensible on chosira pourtant le cercle pour limite extérieure.

Dans tous les canons construits jusqu'à ce jour on a employé le cercle pour limite extérieure, de sorte que l'on peut se représenter leur génération en se figurant la section longitudinale du canon tournée autour de l'axe générateur de l'âme.

Les épaisseurs des différentes parties du canon devront augmenter avec la pression des gaz; on pourra donc les déterminer approximativement par la combustion de la poudre, — la pression primitive des gaz et par la variation qu'elle subit par suite du mouvement du projectile, etc., etc.

Dans le chapitre XXXVI nous avons donné les résultats obtenus pour les rapports entre le mouvement du projectile et la pression des gaz, nous y avons démontré que celle-ci, par suite de la rapidité de la combustion de la poudre, atteint son maximum peu après le commencement du mouvement du projectile et qu'elle diminue alors rapidement par suite de l'accroissement de l'espace. Les parois ru-

biront donc les plus grands efforts de pression à l'endroit de l'inflammation de la poudre et jusqu'au point où la pression des gaz atteint son maximum, de là vers la bouche leur résistance diminuera graduellement.

La pression qu'exerce le projectile dans son mouvement de translation sur les flancs directeurs des rayures est insignifiante par rapport à la pression des gaz, elle dépend de la vitesse du projectile, et augmente donc vers la bouche, mais nous pouvons la supposer constante pour toute la longueur de l'âme du canon sans commettre une erreur appréciable pour la détermination des épaisseurs des parois.

Pour donner une résistance uniforme à la paroi du canon, il faut proportionner les épaisseurs de la section longitudinale aux pressions respectives que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire limiter cette section longitudinale par une ligne, qui, sur la longueur de la chambre de combustion, et même un peu plus loin, est à la plus grande distance de l'axe de l'âme et qui se rapproche d'elle vers la bouche du canon. Le fond de l'âme doit avoir une épaisseur correspondante à la plus grande pression produite par la combustion de la poudre et le

mouvement du projectile. En prenant par exemple, pour la plus grande épaisseur de la paroi, le diamètre de l'âme, et en construisant la section longitudinale proportionnellement aux indications du chapitre XXXVI et de telle sorte que les abcisses représentent les longueurs d'âme, et les ordonnées les pressions, nous aurons comme résultats la fig. 63. Dans cette figure AB et CD représentent les axes des abcisses et *ab*, *cd*, *ef*, *gh*, *ik*, *lm*, *no*, etc., les ordonnées correspondantes aux abcisses; *bdfhkmo* B représentent *la courbe de la combustion* donnant les pressions dans l'âme du canon. En égalisant d'une manière rationnelle les irrégularités de cette courbe, motivées probablement par les battements du projectile contre les parois de l'âme, nous obtiendrons la ligne E F G H B qui sera le véritable contour du profil en long du canon.

Il est évident qu'il faut donner aux canons une forme telle que dans chaque point de la section longitudinale l'épaisseur de la paroi soit en rapport avec les forces qui agissent au point respectif au moment du tir, et il faudra donc avant tout déterminer ces forces.

Aux États-Unis, pour déterminer les pressions

qui agissent dans l'âme du canon on procède de la manière suivante :

On perce non loin de la bouche du canon un trou de l'extérieur de la pièce et on ajuste dans ce trou un projectile cylindrique d'un certain poids. Au moment du tir, et le boulet du canon ayant dépassé le trou transversal percé dans la paroi, la pression des gaz lance le petit projectile contre un pendule balistique, qui mesure la vitesse avec laquelle il a été lancé. On perce ensuite d'autres trous en les écartant d'une distance égale vers le fond de l'âme et l'on répète la même opération pour chacun d'eux. Les vitesses du petit projectile sont une mesure de la force relative de l'explosion dans les divers points et donnent par conséquent les épaisseurs respectives de la paroi.

Ces expériences ont démontré que l'on peut sans inconvénients diminuer l'épaisseur de la paroi entre les tourbillons et la bouche du canon dans les anciens modèles et employer ce surplus avantageusement pour le renfort de la culasse.

Les pièces construites d'après ce système ont été désignées sous le nom de *canons Dahlgren,* attendu que le capitaine Dahlgren a le premier appliqué ce mode de détermination de l'épaisseur des parois.

Pour la construction extérieure des canons il est donc essentiel de connaître la pression des gaz qui agit sur chaque section transversale, afin de pouvoir déterminer les épaisseurs respectives de la paroi.

LVI. — DES MATIÈRES A EMPLOYER POUR LA CONSTRUCTION DES CANONS ET DE LEUR MODE D'APPLICATION.

La matière servant à la construction des canons doit offrir une grande résistance absolue, elle doit être d'une dureté suffisante tout en possédant le degré d'élasticité nécessaire et doit résister finalement aux influences de la haute température produite par la combustion de la poudre.

La résistance absolue ou la grande cohésion de la matière est exigée par la pression des gaz à laquelle les parois doivent offrir une résistance suffisante avec le minimum d'épaisseur pour obtenir une construction légère.

La dureté de la matière doit être telle que les projectiles n'altèrent point l'intérieur de l'âme et que les ailettes ne dégradent pas les rayures.

L'élasticité est nécessaire pour que les dilata-

tions momentanées du canon n'engendrent point de modification de forme.

La combustion de la poudre sous une température très-élevée doit altérer le moins possible la matière choisie pour la construction du canon. Jusqu'à présent on n'a pas encore trouvé un métal ou un alliage satisfaisant pleinement à toutes ces conditions.

Entre tous les métaux appliqués à la construction des pièces d'artillerie le bronze et la fonte se sont distingués, et dans ces derniers temps nous avons vu l'application de l'acier, de l'acier fondu et du fer homogène.

Le bronze (alliage de 100 parties de cuivre et de 10 à 11 parties d'étain) réunissait le mieux les conditions précédentes et l'on s'en servait presqu'exclusivement pour les pièces lisses de campagne. L'expérience à démontré que la durée d'un canon lisse de bronze d'une construction rationnelle et tirant avec une charge de $^{1}/_{3}$ du poids du boulet est de 3000 à 4000 coups. Les canons de petit calibre toutefois accusent une conservation supérieure aux pièces de grand calibre. La résistance absolue du bronze est d'environ 34,000 à 38,000 livres par pouce carré, tandis que celle du

cuivre ne dépasse pas 22,000 à 29,000 livres par pouce carré.

La fonte varie de qualité suivant sa couleur, sa texture et le mode d'affinage. Ordinairement on emploie pour les pièces d'artillerie une fonte grise à grain fin, soufflée à air froid au haut fourneau et traitée ensuite au fourneau pour les fontes crues.

La résistance absolue de la fonte crue est de 24,000 à 24,300 livres par pouce carré; mais elle se trouve augmentée par le traitement ultérieur à 28,000 et 30,000 livres et par les procédés modernes mêmes à 35,000 livres par pouce carré.

Les pièces en fonte se distinguent par la modicité du prix de revient et par leur dureté, mais elles laissent beaucoup à désirer sous le rapport de l'élasticité et de la sécurité. Les canons en fonte servent ordinairement pour la défense des places fortes et leur durée ne dépasse guère 1500 à 2000 coups, c'est-à-dire la moitié de la durée des canons en bronze. L'acier fondu est appelé à jouer un grand rôle dans la fabrication des pièces d'artillerie. Les perfectionnements dans sa fabrication sont récents et son application se trouve donc encore très-limitée. Il se distingue par sa grande résistance absolue, sa dureté et son élasticité, qua-

lités très-précieuses à coup sûr ; sa résistance absolue est d'environ 75,000 à 120,000 livres par pouce carré, son prix de revient élevé et les difficultés de la fabrication même se sont opposés jusqu'à présent à une application générale. Les pièces en acier fondu doivent avoir une durée double ou triple de celle des pièces en bronze, et l'expérience constate que des canons en acier fondu ayant tiré 2000 à 3000 coups ne montraient aucune dégradation dans l'intérieur de l'âme et prouvaient une conservation irréprochable.

Le fer forgé a une résistance supérieure au bronze, sa dureté est de même plus grande, et son prix de revient moins élevé, aussi a-t-on depuis assez longtemps fait des essais pour l'appliquer à la fabrication des pièces d'artillerie. Mais on rencontra des difficultés imprévues dans l'exécution ; les canons en fer forgé faits jusqu'à ce jour laissaient beaucoup à désirer sous le rapport de l'homogénéité de la matière, le prix de revient pour les grands calibres fut très-élevé et dépassait celui du bronze, et la durée de ces pièces fut quelquefois moins grande que celle des pièces en fonte. C'est grâce aux progrès récents dans la fabrication du fer même que l'on est parvenu à con-

struire enfin des canons en fer forgé qui remplissent les conditions exigées.

En 1856 déjà le fabricant Horsfall à Liverpool construisit un canon en fer forgé de dimensions gigantesques. Il pesait 39,673 livres, le diamètre de l'âme était de 12,5 pouces et sa longueur de 13 pieds, le diamètre extérieur de la culasse était de 3,5 pieds et la longueur totale de la pièce de 15 pieds.

Pour la fabrication de ce canon monstre il ne fallut pas moins de 900 quintaux de fer puddlé, qui furent travaillés sous un marteau de 272 quintaux. Le forgeage demanda 7 semaines et le forage 2 mois. Le canon est, à l'exception des tourillons, d'une seule pièce. Après le forage on constata dans le milieu du fond de l'âme un défaut de fabrication s'étendant sur 5 à 6 pouces de longueur et l'on fut forcé d'y pratiquer une excavation que l'on reboucha en y forçant une pièce ajustée. Les essais de tir avec cette pièce avaient lieu le 26 mai 1856 à la côte nord de la Mersey, à 9 lieues de Liverpool.

Après deux décharges insignifiantes on tira avec une charge de 36 livres de poudre et un boulet creux en fonte mais rempli de plomb pesant 257 li-

vres. Le canon résista parfaitement. Le lendemain on tira, à une distance de 150 mètres, sur une plaque de cuirasse de 3,6 pieds de large sur 2,6 pieds de haut, épaisse de 4,2 pouces et pesant 1540 livres. Le boulet plein pesant 228 livres et tiré avec une charge de 20 livres de poudre atteignit la plaque à la gauche du centre, emportant avec lui à 200 mètres de distance environ $^1/_3$ de la plaque.

Les canons Whitworth sont en *fer homogène* qui possède à un haut degré les qualités de l'acier puddlé. On se sert de préférence pour sa fabrication de barres de fer suédois coupées en morceaux, fondues dans des creusets et travaillées ensuite sous le marteau.

Les canons de 5 pouces de calibre (canons de 80) consistent en un tube intérieur en métal homogène; sur ce tube, qui est conique à l'extérieur pour environ un pouce, on force à l'état froid et au moyen d'une presse hydraulique des anneaux ou rondelles de 20 pouces d'épaisseur. Les deux rondelles formant la culasse sont en acier puddlé.

La pression exercée sur chaque rondelle est déterminée exactement par des essais préalables et atteint le maximum de leur résistance On applique

alors une seconde couche de rondelles par-dessus la première rangée, mais les essais de tir ont démontré que la résistance des canons de 80 est suffisamment garantie avec une seule rangée de rondelles.

Les canons Armstrong sont construits en barres de fer forgé roulées en spirale et soudées ensuite. Pour la facilité de la construction, ces spirales ont une longueur de 2 à 3 pieds et sont soudées ensemble suivant le besoin.

De la bouche aux tourillons il n'y a qu'une seule couche, mais de là à la culasse on y en ajoute une seconde en plaques enroulées et soudées au joint, et une troisième semblable à la première consistant en barres roulées en spirale.

La couche intermédiaire doit paralyser le choc que reçoit le fond de l'âme au moment de l'inflammation de la poudre.

Aujourd'hui les différents métaux que nous venons de nommer s'emploient pour la fabrication des pièces d'artillerie, de sorte que le bronze ne sert que pour les pièces de campagne, la fonte pour les pièces de siége et les armements maritimes, l'acier fondu pour les batteries de campagne et le *fer homogène* pour les batteries de campagne et les batteries de siége.

Il est évident que le bronze ne remplit pas les conditions voulues pour la construction des canons se chargeant par la culasse, vu que ce métal ne possède pas une dureté suffisante pour découper les rayures dans le manchon du projectile sans s'altérer rapidement, et pour ce système de canon l'acier fondu sera employé de préférence.

LVII. — Détermination de l'épaisseur des parois.

La pression totale des gaz et des ailettes contre les parois intérieures de l'âme du canon étant connue, on peut approximativement calculer, suivant la résistance absolue du métal que l'on choisit, l'épaisseur des parois de la pièce,

Supposons que la figure 64 représente une section transversale quelconque d'un canon à forage cylindrique et que la pression des gaz soit d'égale intensité sur chaque élément d'une même surface de section ABCD, comme on l'admet ordinairement, on peut prétendre que les parois se déchireront avec une pression suffisante dans la direction des diamètres, car, pour déterminer la rupture des parois avec le moins de force, il faut que la pres-

sion et la contre pression équivalente sur la somme des éléments de surface soient un maximum et la valeur de la ligne de résistance un minimum. Ces conditions auront lieu chaque fois que la pression agira sur la moitié ADB de la surface de paroi et la contre-pression sur l'autre moitié ACB, et que les lignes de résistance AE et BF seront perpendiculaires à la résultante DH et GC des forces de pression, parce qu'alors les deux forces agiront simultanément sur la plus grande surface et que les lignes de résistance auront la plus petite mesure.

De même que la rupture d'un canon de forage cylindrique avec égale épaisseur de parois peut avoir lieu suivant la ligne EF, elle peut suivre la ligne GH ou toute autre dans la direction des diamètres, attendu que la pression des gaz agit de même sur les mi-surfaces CAD et CBD, et on ne tiendra compte dans le calcul que du cas où la pièce se déchire en deux morceaux suivant un diamètre quelconque EF. Désignant par $AB = 2r$ le diamètre intérieur et par $EF = 2R$ le diamètre extérieur du canon à forage cylindrique, par l sa longueur et par $AE = DH = R - r = \delta$ l'épaisseur de la paroi, par q la pression radiale exercée sur l'unité de surface de la paroi intérieure, et par α l'angle AOM

que la direction OM de la pression q, agissant dans un point quelconque M de la périphérie intérieure forme avec le diamètre AB ; nous pourrons décomposer cette pression en deux autres q' et q'' agissant l'une parallèlement à AB et l'autre perpendiculairement sur celle-ci, et nous aurons :

$$q' = q \cos \alpha \text{ et } q'' = q \sin \alpha .$$

La pression sur la bande mince, dont l'arc $Mm = rd\alpha$, sera donc perpendiculaire sur AB, à raison de la superficie $lrd\alpha$ et égale à

$$lrd\alpha . q \sin \alpha$$

et la pression parallèle

$$lrd\alpha . q \cos \alpha .$$

La pression totale sur la moitié de la surface cylindrique intérieure sera donc, en agissant perpendiculairement au diamètre AB

$$rlq \int_0^{\pi} \sin \alpha d\alpha = 2 rlq,$$

et en agissant parallèlement à ce diamètre

$$rlq \int^{\pi} \cos\alpha \, d\alpha = 0.$$

On voit donc que la pression totale sur la moitié de la surface cylindrique intérieure est égale à la pression que les gaz auraient produite en agissant perpendiculairement sur le plan diamétral du cylindre intérieur comme projection de la surface cylindrique.

La contrepression agissant sur l'autre moitié ACB de la surface cylindrique est de même dans sa direction CD et perpendiculairement à AB, égale à la pression directe qui de concert avec celle-ci tend à la rupture de la pièce.

Les pressions agissant parallèlement à AB n'ont pas d'influence sur la rupture de la pièce dans la direction de AB et se réunissent encore dans les deux moitié C et D et DBC comme pression et contrepression tendant à la rupture du cylindre dans la direction de CD.

La surface de rupture forme deux rectangles dont la longueur $= l$ et la largeur $= R - r = \delta$.

Désignant par m la résistance absolue du métal

à employer, la résistance contre la rupture de cette surface est égale à $2\, lm\, (R - r) = 2\, l\, \delta\, m$, et en établissant l'équilibre entre cette résistance et la pression nous aurons

$$2\, l \delta m = 2\, rlq,$$

d'où la force qui déterminerait la rupture

$$q = \frac{m\delta}{r} = m, \frac{R-r}{r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1$$

et l'épaisseur de la paroi équivalente à cette force

1) $$\delta = \frac{rq}{m}.$$

Comme on voit, l'épaisseur de la paroi ne dépend point de la longueur du cylindre, mais elle augmente dans un rapport direct et simple avec le rayon de l'âme. La force de rupture ou le coefficient m est, par pouce carré de section :

Fonte sortant du haut-fourneau.	24,000 à 24,300 livres.
Fonte refondue. . . .	28,000 à 36,000 »
Bronze	34,000 à 38,000 »
Acier fondu.	75,000 à 120,000 »

En admettant que la pression q atteigne dans la chambre de combustion d'un canon lisse, avec une charge de poudre pesant 1/3 du boulet, 1300 atmosphères ou 16,575 livres par pouce carré, comme nous l'avons démontré au chapitre 36, nous trouvons pour épaisseur de paroi en cet endroit :

Pour la fonte $\delta = 0{\cdot}70\,r$ à $0{\cdot}46\,r$,
Pour le bronze $\delta = 0{\cdot}48\,r$ à $0{\cdot}43\,r$,
Pour l'acier fondu $\delta = 0{\cdot}23\,r$ à $0{\cdot}14\,r$.

Avec ces épaisseurs la rupture de la pièce, en cas de tir, est vraisemblable, et on est donc forcé de les augmenter considérablement pour obtenir une sécurité parfaite dans l'emploi de l'arme. Cette augmentation est le résultat de l'expérience.

En mécanique, pour assurer une solidité parfaite aux constructions on ne porte en calcul

pour le coefficient m que 1/3 ou 1/4 de sa valeur réelle, et si nous faisons de même en mettant 1/3 m pour coefficient de rupture, nous aurons pour épaisseurs maxima :

Fonte	$\delta = 2 \cdot 10\, r$ à $1 \cdot 38\, r$,
Bronze	$\delta = 1 \cdot 34\, r$ à $1 \cdot 29\, r$,
Acier fondu	$\delta = 0 \cdot 69\, r$ à $0 \cdot 42\, r$.

Avec ces épaisseurs les pièces devraient offrir une sécurité suffisante contre la rupture et avoir une durée convenable dans le service, pourvu que les causes d'une dégradation prématurée ne soient pas produites par les battements du projectile dans l'âme ou par la détérioration des rayures par les ailettes, etc., etc.

De la manière indiquée ci-dessus, il faudrait calculer point par point les épaisseurs de paroi depuis la chambre jusqu'à la bouche du canon, suivant les pressions respectives agissant sur les diverses sections, mais, comme d'après l'équation 1, l'épaisseur de la paroi est proportionnelle à la pression de gaz, en admettant un calibre constant pour un métal déterminé, il suffira de calculer par

exemple l'épaisseur de la culasse et de proportionner ensuite les autres épaisseurs à la pression respective.

Suivant les résultats d'expériences relatés au chapitre 36, la pression des gaz dans l'âme près de la bouche du canon n'est que de 0.4 ou 0.5 de celle qui se produit dans la culasse, et il suffira donc de donner à cette partie de la pièce une épaisseur de 0.4δ à 0.5δ.

Il est naturellement impossible de trouver, par calcul, les épaisseurs de paroi si la pression des gaz et la résistance absolue du métal choisi ne sont pas connues et, sans ces éléments, il n'est guère possible de construire un canon d'une forme rationnelle. Il est de même constant que ces points demandent encore de notre temps des éclaircissements scientifiques, et il ne suffit pas de déterminer les épaisseurs des parois par comparaison aux canons existants et donnant de bons résultats, mais il faut toujours tenir compte de la résistance absolue du métal et de la pression présumée des gaz en choisissant la voie pratique des expériences pour déterminer la sécurité du tir et la durée de la pièce.

L'expérience a démontré que des canons lisses

en bronze, offrant toute sécurité et tirant avec des charges de poudre pesant 0.28, 0.3, 0.4 et 0.5 du poids du boulet, avaient dans la culasse une épaisseur de paroi de $\delta = 1.42r$, $1.52r$, $1.62r$ et $1.82r$, et à la bouche 0.4 et 05 de celle de la culasse.

Quoique les canons en fer, à épaisseurs égales aux canons en bronze, offrent une sécurité suffisante, on leur donne ordinairement une épaisseur de paroi un peu supérieure à celle de ces derniers.

Les canons rayés, tirant des projectiles qui pèsent deux ou trois fois plus que des boulets du même calibre avec une charge maxima de poudre de $^1/_8$ à $^1/_{10}$ du poids du projectile, ce qui correspond au poids d'une charge de $^1/_4$ à $^1/_3$ du poids du boulet du même calibre, devront avoir par conséquent une épaisseur de paroi aussi grande que celle des canons lisses du même calibre et du même métal, et d'autant plus que le projectile creux oblong, pesant 2 à 3 fois plus que le boulet, augmentera par l'inertie de sa masse et par la résistance qu'il rencontre dans les rayures, l'effet utile de la charge, ce qui explique que les canons lisses transformés en canons rayés, en y pratiquant les rayures, offrent encore une résistance suffisante pour le tir des projectiles creux oblongs avec une charge pré-

qu'aussi grande que celle employée auparavant dans le canon lisse pour le tir du boulet.

LVIII. — DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DES PAROIS D'APRÈS UN AUTRE MODE.

Nous n'avons pas tenu compte, en établissant l'équation $\delta = \frac{rq}{m}$, pour la détermination de l'épaisseur des parois, de la ductilité et de l'élasticité du métal.

Ces qualités du métal détermineront une tension supérieure dans les couches intérieures de l'âme par rapport à celle des couches extérieures, et non pas une tension uniforme comme nous l'avons supposé dans notre premier calcul.

L'équation $\delta = \frac{rq}{m}$ ne trouve donc une application que pour les tubes d'une épaisseur de paroi très-mince, mais, pour les pièces d'artillerie on pourra suivre la voie suivante pour déterminer les tensions des couches différentes et l'épaisseur de la paroi d'après une pression intérieure donnée.

Désignant par $AO = r$ le rayon de l'âme, et par $BO = R$ le rayon de l'épaisseur totale de la pièce

(*fig.* 65) ; en prenant maintenant, à une distance de $OP = x$ et de $Op = x + dx$ du centre, un anneau infiniment mince et concentrique comme section d'un cylindre creux du rayon x et d'une épaisseur de paroi dx ; la résistance à la rupture de cette section serait d'après notre précédent calcul :

$$2\,lm'dx = 2lq'x,$$

ou

$$q'x = m'dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{a)}$$

en désignant par m' la résistance absolue et par q' la pression par unité de surface.

En tenant compte ici que la grande pression exercée sur la couche intérieure de l'âme se transmet par les diverses couches concentriques vers l'extérieur, en supposant ensuite que le rayon r se trouve augmenté par la dilatation du métal pour la valeur Δr et que la superficie de l'anneau entre

A et B ne souffre pas de modification par la dilatation (1), nous aurons :

$$(x^2 - r^2)\pi = [(x + \Delta x)^2 - (r + \Delta r)^2]\pi.$$

Mais comme Δx et Δr sont des parties infiniment petites de x et r on peut négliger les carrés sans commettre une erreur appréciable et on aura :

$$\Delta x = \frac{r \Delta r}{x}.$$

Comme la pression dans la limite de l'élasticité $\frac{\Delta r}{r}$, $\frac{\Delta x}{x}$ est proportionnelle à la force de la dilatation produite, et que cette pression se mesure par la résistance que le métal oppose à la dilatation nous aurons, en désignant par m la résistance absolue du métal ou la tension exercée sur la paroi intérieure correspondante au rayon r, la proportion :

(1) Pour arriver à un calcul tout à fait juste, il faudrait tenir compte aussi de la dilatation dans le sens longitudinal et admettre que le cube de l'anneau soit constant au lieu de la section comme on l'a fait. (*Note du traducteur.*)

$$m : m' = \frac{\Delta r}{r} : \frac{\Delta x}{x}.$$

En introduisant ici pour Δx la valeur développée plus haut $\Delta x = \frac{r \Delta r}{x}$ nous aurons :

$$m : m' = \frac{\Delta r}{r} : \frac{\Delta x}{x} = x^2 : r^2,$$

d'où suit :

$$m' = \frac{r^2}{x^2} m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

On voit par cette formule que *la résistance à la rupture du métal diminue avec l'accroissement du carré de la distance du point de centre, et que les résistances des différentes couches du cylindre sont en rapport inverse des carrés des rayons de ces couches.*

En introduisant dans la précédente formule la valeur de m' nous aurons :

$$q'x = mr^2 \frac{dx}{x^2}.$$

Et comme pour $x=r$ nous aurons de même $q'=p$, il en résulte :

$$qr=r^2m\int_r^R \frac{dx}{x^2}=r^2m\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)=\frac{rm(R-r)}{R},$$

ou

$$q=\frac{m(R-r)}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

et en désignant toujours par δ l'épaisseur de la paroi :

$$\delta=\frac{Rq}{m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

ou, comme $R=r+\delta$ nous aurons de même :

II) $$\delta = \frac{m-q}{rq}.$$

On voit par cette formule que la pression intérieure q doit être toujours plus petite par unité de surface que la résistance absolue m du métal, sans quoi δ pourrait devenir infiniment grand ou même négatif, ce qui certainement ne serait pas d'accord avec l'expérience et mettrait au néant l'emploi de la formule pour la détermination des épaisseurs des parois. On voit de même que l'on obtiendra toujours par cette formule des épaisseurs de paroi plus fortes que d'après l'équation 1) du précédent chapitre.

D'après la formule 3) on trouvera pour les épaisseur de paroi de $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$, 1 $^1/_2$, et 2 calibre ou :

$$R = 1{\cdot}5r,\ 2r,\ 2{\cdot}5r,\ 3r,\ 4r \text{ et } 5r:$$
$$q = {}^1/_3 m,\ {}^1/_2 m,\ {}^3/_5 m,\ {}^2/_3 m,\ {}^3/_4 m \text{ et } {}^4/_5 m.$$

On voit donc que la résistance d'un canon avec une épaisseur de paroi de $^1/_4$ de calibre est de $^1/_3 m$, et qu'en augmentant cette épaisseur huit fois, le

canon ne pourra résister qu'à la pression intérieure de $q = {}^4/_5 m$, donc la résistance, dans ce cas, n'augmentera que de ${}^4/_5 m - {}^1/_3 m = {}^7/_{15} m$, c'est-à-dire dans le rapport de 5 : 7 ou une et demie fois.

En déterminant la diminution de la résistance dans les diverses couches du métal, par exemple dans les couches A et P (fig. 65), on trouvera $t = m - m'$, et en introduisant pour m' la valeur de l'équation 2), nous aurons .

$$\text{III)} \qquad t = m . \frac{x^2 - r^2}{x^2}.$$

Veut-on savoir la somme S des résistances que toutes couches réunies offrent à la rupture ou, par exemple, celles des couches A et jusqu'à P (fig. 65) nous trouverons par l'équation 2):

$$m' = \frac{x^2}{r^2} m,$$

et par conséquent pour l'élément de la résistance

$$ds = m'dx = m \frac{r^2}{x^2} dx,$$

donc

$$s = mr^2 \int_r^x \frac{dx}{x^2} = mr \frac{x-r}{x} \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Supposant cette résistance égale à la pression sur la paroi intérieure et $x = R = r + \delta$, nous aurons :

$$q = mr \frac{\delta}{r+\delta}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

d'où résulte directement l'épaisseur de paroi δ avec laquelle la pièce pourrait résister sans toutefois offrir aucune sécurité, elle est de :

IV) $$\delta = \frac{qr}{mr-q}.$$

Cette formule n'a pas les défauts de l'équation II) et peut être employée pour la détermination des épaisseurs de parois pour toute espèce de canons.

(La suite au prochain numéro.)

LES CANONS RAYÉS

HISTORIQUE DE LEUR DÉVELOPPEMENT ET PERFECTIONNEMENT ACTUEL DE CETTE ARME.

Par J. [illegible], lieutenant-colonel d'artillerie dans l'armée Bavaroise.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE DES CANONS RAYÉS.

(Suite. Voir le numéro de juillet, page 144.)

---

§ 23. En 1853, on entreprit à Birmingham et à Woolwich, des expériences avec un canon se chargeant par la culasse, inventé par un Anglais, M. Church ; on obtint une grande justesse de tir pour 50 coups tirés à forte charge.

Un Belge, M. Montigny, construisit en 1856 un canon se chargeant par la culasse, qui n'exigeait qu'une charge moitié de celle qu'on emploie habituellement, et produisit de plus grands effets.

A Capua, on fit, la même année, des essais avec

des canons de campagne rayés du calibre de 6 livres et construits d'après les indications du major d'artillerie napolitaine M. Muratti. Le boulet oblong se serait, à ce qu'il paraît, à une distance de 3,000 mètres, enfoncé encore à 1m,85 de profondeur dans un épaulement de terre destiné à arrêter les boulets.

Au commencement de 1859, les journaux anglais parlent avec beaucoup d'éloges des canons rayés américains, de leurs boulets cylindro-ogivaux explosibles et de leur grande justesse de tir aux plus grandes distances.

§ 24. On ne peut méconnaître que les expériences citées plus haut et ces essais de transformation de l'ancien matériel d'artillerie en un nouveau matériel perfectionné, d'accord avec les résultats obtenus pour les armes à feu portatives, nous donnent des preuves visibles de la supériorité des canons rayés et des boulets allongés. Grâce à leur grande justesse de tir, à leur plus grande portée et à leur plus grande force de percussion, ce nouveau système augmentera la puissance de l'artillerie qui reprendra sur les armes à feu portatives son ancienne supériorité.

Il est à regretter, malheureusement, que Ca-

valli, Wahrendorff et Armstrong aient dirigé toutes leurs recherches vers l'emploi de forts calibres et vers le chargement par la culasse, quand le problème d'une fermeture hermétique et solide de la partie postérieure du canon présente tant de difficultés. Pour mettre à même d'apprécier ces difficultés, nous avons, avec intention, donné les détails des inventions les plus connues dans ce système; il est facile d'en tirer la conséquence que chacun de ces mécanismes entraîne un allongement désavantageux et l'inconvénient d'une augmentation dans le poids du canon.

La question est donc de savoir si ce problème, réservé à l'artillerie actuelle, ne peut pas se résoudre d'une autre manière que par l'augmentation du calibre?

§ 25. Les perfectionnements obtenus pour les armes à feu portatives ne laissent aucun doute à ce sujet; ils nous montrent clairement qu'il faut suivre une route diamétralement opposée à celle indiquée plus haut, c'est-à-dire qu'il faut chercher à diminuer le calibre ou, ce qui revient au même, rétrécir l'âme du canon. Cette marche est la seule que l'artillerie doive suivre pour arriver à des résultats satisfaisants; ainsi : par l'emploi de petits

calibres et de charges moindres élever le degré de justesse de tir, la portée et la force de percussion, au point qu'elles l'emportent sur celles des grands calibres, sans cependant se donner l'inconvénient du peu de mobilité de ces derniers, tel est le problème à résoudre.

Pour atteindre ce résultat, il faut sacrifier le chargement par la culasse et adopter le chargement par la bouche du canon ; car aucun des mécanismes décrits plus hauts n'offre suffisamment de sécurité ou de durée, et chacun d'eux a l'inconvénient d'allonger la partie postérieure du canon et d'en augmenter le poids.

Aux avantages qui se rattachent au système du chargement par la bouche du canon, il faut cependant opposer que le projectile manque du forcement nécessaire pour produire des effets plus marqués ; en sacrifiant le chargement par la culasse on ne peut obtenir ce résultat qu'au moyen de l'expansion ou de la compression du boulet.

Système de boulet à expansion et à compression.

§ 26. En suivant les principes d'après lesquels

on construit actuellement les armes à feu portatives, il ne nous reste que deux voies à suivre : ou employer le projectile à *expansion* tel qu'il sert dans la carabine du capitaine français M. Minié, ou bien faire usage de projectile à *compression* qu'on emploie dans les armes construites d'après le système du fabricant d'armes anglais M. Wilkinson (1). Parmi les projectiles imaginés dans l'un et l'autre système, nous allons décrire la construction des suivants :

Boulet Charrin.

§ 27. Dans le *Journal de l'armée belge*, recueil d'artillerie, d'histoire et des sciences militaires, de l'année 1856, on trouve la description d'un boulet à expansion pour canons rayés proposé par le lieu-

(1) Le lieutenant d'artillerie autrichien Loriny a suivi ce système dans la construction de son projectile à compression tel qu'il est maintenant employé dans les nouvelles armes à feu de l'armée autrichienne.

tenant belge M. Charrin. Ce boulet, de forme cylindro-ogivale (fig. 11) est en fonte et présente, à sa base, une excavation conique allant en s'élargissant vers la queue du projectile ; de la partie rétrécie de cette espèce d'entonnoir partent, vers la partie cylindrique du boulet, quatre ouvertures *a* dont les axes se coupent à angle droit. Sur la surface extérieure du cylindre se trouve une rainure *b* peu profonde dans laquelle débouchent les quatre ouvertures. Cette rainure a 5 centimètres de largeur pour le calibre de 6 livres et 6 millimètres de profondeur. En haut en bas de cette rainure principale, se trouvent 2 autres petites rainures destinées à recevoir les ligatures du sachet de la charge ou un sabot imprégné de matières grasses. On coule du plomb dans la grande rainure, de manière à former une enveloppe autour de la partie cylindrique et à fermer ainsi les trous d'expansion *a*.

Le canon en bronze contient 4 rayures de 3 centimètres 1/2 de largeur et de 3 millimètres de profondeur ; le pas d'hélice est tel que celle-ci fait un tour sur une longueur de 3 mètres ; le vent est de 2 millimètres. Le boulet en fonte, pour le canon de 6, pèse brut 3 k. 7 et avec son enveloppe en plomb 4 k. 75.

§ 28. Au moment de l'inflammation de la charge, les gaz renfermés dans la partie creuse du projectile agissent sur les ouvertures à expansion et pressent le plomb de l'enveloppe dans les rayures. Cette pression ne se borne pas seulement à la paroi qui recouvre les ouvertures *a*, mais s'étend sous toute la surface intérieure de l'enveloppe sous laquelle les gaz pénètrent au moyen d'une légère séparation qu'on a ménagée. On considère comme un avantage particulier de cette espèce de projectile, la concentration des gaz au moyen de la cavité intérieure du projectile et le peu de perte qu'ils éprouvent dans leur action sur le projectile.

Les améliorations ultérieures introduites dans le projectile ont donné lieu aux modifications suivantes : Les 4 ouvertures à expansion qui étaient primitivement cylindriques sur toute leur longueur, n'ont conservé cette forme que du côté de la cavité du projectile et vont s'élargissant en ovale pour aboutir à la partie extérieure du cylindre (fig. 13 *cc*). De cette manière, l'espace intermédiaire n'a que 0^{m} 012, ce qui permet aux gaz d'agir sur une plus grande surface de l'enveloppe en plomb. La rainure *bb* a son bord supérieur et son bord inférieur entaillés obliquement pour empêcher les gaz

de détacher l'enveloppe du projectile. Entre deux des ouvertures extérieures se trouve rivé un goujon en fer *d* pour empêcher l'anneau en plomb de tourner.

Boulet Zoëller.

§ 29. Dans les *Archives prussiennes* pour les officiers de l'artillerie et du génie, année 1859, on trouve l'appréciation suivante du projectile Charrin par le lieutenant-colonel d'artillerie wurtembourgeois M. Zoëller, qui propose en même temps un autre boulet à expansion ou à compression pour les canons rayés en bronze.

Le système Charrin donne lieu aux remarques suivantes : 1° La couverture en plomb résistera-t-elle à la pression directe des gaz par les ouvertures ? — Les expansions de cette enveloppe porteront-elles toujours juste sur les rayures et ne restera-t-il pas entre les premières des intervalles où les rayures seront vides et offriront l'ancien inconvénient du vent ?

L'emploi du plomb sera toujours désavantageux,

vu que ce métal reste attaché à l'âme du canon, encrasse les rayures, surtout si la pièce a été échauffée par un tir soutenu. Le plomb, bien que plus mou que le bronze, dégradera même les rayures sous l'action d'un tir prolongé. On a donc dû se demander si l'on ne pouvait pas remplacer le plomb par un métal doux et moins fusible. M. Zoëller fit ses essais avec un canon en bronze du calibre de 12 livres de 14 calibres 1/2, réduit au 1/5 de ses proportions ordinaires, même modèle que le canon-obusier Napoléon ; il y fit pratiquer 5 rayures d'une largeur de 3,42 millimètres et de 38 millimètres de profondeur avec pas d'un demi-cercle sur une longueur de 261^{mm}, 8. Les boulets étaient, les uns en fonte, du poids de 51 à 62 gr., et d'autres en bismuth, zinc ou plomb de 86,5 à 88,2 gr., et avaient la forme cylindro-ogivale (fig. 14), avec une entaille *a* à la partie cylindrique. La partie postérieure se terminait de deux manières différentes ; ou en forme de tampon court *b* fixé à la base, ou en forme de cône tronqué *c*. Autour du tampon du projectile se trouvait un anneau en cuir épais ou en feutre, encastré dans une entaille circulaire de 7 millimètres 1/2. On avait pour but de faire pénétrer les gaz entre le tampon et l'an-

neau afin de presser celui-ci dans les rayures et de déterminer, de cette manière, le mouvement de rotation du projectile. A la partie conique du second boulet,on adaptait une espèce de gobelet ee en cuir ou en feutre, et suffisamment enfoncé pour être adhérent au projectile. Ce gobelet devait, par la pression exercée des gaz de la poudre, s'avancer sur le cône et entrer dans les rayures par suite de cette compression.

Pour les dix premiers coups la charge était de 14 grammes (le 1/6 du poids du boulet) ; dans les essais suivants, la charge n'était plus que de 10 gr. et demi (le 1/8 du poids du boulet). Tous les boulets touchèrent le but avec la pointe, et les débris du cuir et du feutre portaient la trace des rayures. Ce sont des preuves suffisantes de la rotation du boulet autour de son plus grand axe. Le chargement par la bouche était facile à faire et ne nécessitait nullement l'emploi de l'écouvillon.

SYSTÈME FRANÇAIS.

Tamisier-Treuille.

§ 30. Les systèmes Charrin et Zoëller en restèrent là, quand des correspondances de Paris firent

connaître, qu'en France, on s'occupait sans relâche de l'introduction dans l'artillerie de pièces de siége et de campagne rayées, sous l'impulsion de S. M. Napoléon III, qui a toujours voué à cette arme une attention toute particulière.

Déjà avant la dernière guerre d'Italie, guerre si rapidement terminée, la *Gazette militaire* de Vienne, d'après une de ses correspondances, avait annoncé que les calibres de ces canons sont réduits à deux, savoir : celui de 12 pour les pièces de siége et celui de 4 pour les pièces de campagne ; que les projectiles pleins sont complètement supprimés et qu'il *n'y a plus que des boulets creux à double effet* ; que les boulets ont la forme de quilles et sont garnis d'une couche de plomb qui pénètre dans les rayures du canon, ce qui donne au tir une justesse inconnue jusqu'à ce jour. Les pièces de 12 destinées au matériel de siége, doivent *remplacer tous les calibres gigantesques qui ont été tant prônés,* mais qui tous, sans exception, depuis la fameuse couleuvrine de Mahomet II, jusqu'aux énormes canons Lancastre des Anglais, sont défectueux et dénotent seulement l'enfance de la science de l'artillerie. On ajoute plus loin : les canons rayés de 12 remplacent encore particulièrement les anciens ca-

nons de 24 qui sont adoptés chez toutes les puissances pour le tir en brèche. Avec une batterie armée de canons de 24 ordinaires placée à 22 mètres de distance, et avec une autre batterie de pièces de 12 rayées placée à 63 mètres de distance, on a tiré contre deux murs établis dans les mêmes conditions ; le résultat a été que les canons rayés, placés à une distance presque triple, ont mis moitié moins de temps pour faire brèche que les canons de 24 non rayés. Les boulets des canons rayés pénétrèrent dans le mur à une profondeur de 15 centimètres, et produisirent par leurs explosions un entonnoir considérable ; et cependant la charge employée pour le canon de 12 ne fut que de 1 k. 75.

Le canon rayé de 4 de campagne pèse 336 kilog. et n'emploie qu'une charge de 500 grammes de poudre pour lancer le projectile à une distance d'un quart de lieue. On attribue une telle justesse au tir, qu'à 2,920 mètres on pourrait tuer facilement un cavalier, et que déjà à cette grande distance on pourrait détruire un corps de cavalerie. On mentionne encore que le chargement de ces canons rayés se fait par la bouche et qu'on a complétement renoncé au système de chargement par la cu-

lasse, système dont on a, dans de nombreuses expériences, reconnu les inconvénients et même les dangers que ne compensent pas quelques avantages insignifiants. En donnant ces indications très-sommaires, le correspondant avoue qu'on n'a pas encore de renseignements précis, et il ajoute que, selon lui, le secret du perfectionnement consiste dans la manière de disposer le plomb autour du projectile pour en produire l'expansion.

§ 31. Un article de la *Gazette militaire* de Darmstadt donna bientôt quelques nouveaux détails de haute importance. Il apprit que l'artillerie française ne se basait dans son système de construction des canons rayés, ni sur le principe d'expansion ni sur celui de compression, mais suivait, au contraire, le système Cavalli, avec cette différence cependant, que le chargement se fait par la bouche. L'artillerie de marine seule a adopté, à titre d'essai, le canon à 3 rayures se chargeant par la culasse. Le même article désigne comme auteurs de toutes ces innovations et de ces progrès, M. le capitaine Tamisier et M. le lieutenant-colonel d'artillerie Treuille de Beaulieu (1). Ils partirent de l'i-

(1) M. le lieutenant-colonel Treuille de Beaulieu a été, en

dée fondamentale d'appliquer aux canons le système de construction des carabines rayées. Voici, du reste, l'exposé de la série des expériences faites pour amener ce grand progrès dans l'artillerie. Dans le principe, on donna simplement deux rayures au canon. Le boulet reçut seulement des talons (ou des ailettes), d'abord au nombre de deux diamétralement opposés, ensuite quatre, placés deux à deux sur une même arête du projectile ; ces talons pénétraient dans l'hélice et en suivaient la direction. Ces expériences furent faites à Calais avec un canon de 30 livres du calibre de 164 millimètres ; les rayures avaient 70 millimètres de largeur et 10 millimètres de profondeur ; l'hélice fait un tour sur une longueur de 6 mètres. Les boulets qui servaient au commencement des épreuves étaient creux, de forme cylindro-ogivale et du poids de 24 k. Les talons avaient une saillie de 10 millimètres, une largeur de 68 millimètres et un vent de 2 millimètres ; la charge était de 3 k. 5 (le 1/7 du poids du boulet). Deux rayures ne suffirent pas ; les oscillations trop fortes usaient également

raison de ces services, promu au grade de colonel et nommé directeur des ateliers de précision.

le tube et les talons. On essaya alors 3 rayures et 6 talons. Cette disposition donna trois points d'appui au boulet et le résultat fut meilleur. On doubla les rayures et les ailettes, en donnant au tube 6 rayures et 12 ailettes au projectile, et les oscillations disparurent complètement. Le mouvement de rotation et celui de translation devinrent très-réguliers, mais le frottement fut trop considérable et dégrada promptement les rayures et les parois de l'âme La troisième amélioration à laquelle on s'est arrêté jusqu'à présent consiste à réduire le nombre des rayures et celui des talons à six ; ces derniers sont disposés, non pas les uns devant les autres, mais en forme d'échiquier les uns au-dessus des autres (fig. 17). Les rayures font un tour sur une longueur de 2 mètres (réduite à 1^m, 5, ce qui est à peu près la longueur de l'âme).

§ 32. Les boulets en fer de forme cylindro-conique sont tous creux. Si l'on veut s'en servir comme projectiles pleins, on n'a qu'à remplacer la composition fulminante par du sable et du son pour conserver le même poids, car le sable seul est plus dense que la poudre. Le chargement du projectile a lieu par une ouverture pratiquée au sommet de la partie conique que l'on ferme au moyen d'une

vis en cuivre remplie de matières combustibles, et qu'on surmonte enfin d'un petit chapiteau conique destiné à mettre le feu à la composition. Le colonel Susener doit avoir considérablement perfectionné cette fusée de percussion en donnant à la tête de la vis une forme aplatie et en vissant sur son pourtour plusieurs canaux de lumière dans lesquels on place les fusées de manière à assurer l'explosion du projectile quel que soit le côté par lequel celui-ci frappe. D'après les renseignements donnés par les Autrichiens, on ne se serait pas servi de fusées à percussion pour les projectiles français. La vis en cuivre mentionnée plus haut serait arrangée en fusée et sur sa tête seraient disposés six canaux remplis de composition et dont la durée de combustion varie ; l'intérieur de tous les projectiles est goudronné.

Les talons sont en zinc. Pour diminuer l'usure des rayures, on a introduit avec un plein succès le procédé suivant aux dernières expériences de Vincennes : on examina sur les projectiles qui avaient été tirés les dégradations causées par le frottement sur les rayures, et on donna aux talons des nouveaux projectiles exactement la même forme que celle que les talons des projectiles employés avaient

prise par le tir; cela conduisit à couper obliquement l'arrondissement du côté gauche du talon (voir a, fig. 16 et 17), la direction de l'hélice des rayures allant de gauche à droite. Par ce moyen, on doit avoir considérablement diminué la dégradation des rayures et l'on prétend même que tout le secret de la construction consiste dans la bonne disposition à donner aux ailettes, secret que, jusqu'à présent, on a toujours cherché dans une composition particulière du métal.

§ 33. Voici ce que le même journal nous apprend sur la construction de ces canons eux-mêmes :

Le diamètre de l'âme du canon rayé en bronze de 4 est de 85,510 millimètres; les rayures (fig. 16) ont une largeur de 16 millimètres et une profondeur de 5 millimètres. Les talons ou tenons du projectile ont 14 millimètres de largeur et 5 millimètres de hauteur. Le vent du boulet sous les tenons est de un demi-millimètre à 1 millimètre. Celui des tenons n'est pas tout à fait de 1 millimètre.

Pour les pièces de campagne la prépondérance existe du côté de la culasse, et au contraire, du côté de la bouche, pour les pièces de montagne.

§ 34. Tous les renseignements ci-dessus indiqués, l'auteur de cette brochure les doit à des com-

munications soit verbales, soit écrites et concordantes du général russe K..., et de l'ex-capitaine prussien R .. Le premier eut l'occasion de voir les canons français à Paris, avant le commencement de la guerre d'Italie, et le second a vu au musée de Vienne, après la conclusion de la paix, le canon rayé pris à Magenta, le 4 juin, par le 3e bataillon du régiment des chasseurs tyroliens impériaux.

Il est d'autant plus important d'apprendre par ces communications que les canons sont en bronze, que l'on avait admis généralement que des canons rayés en bronze ne pouvaient pas être employés, et que la plupart des journaux militaires affirmaient que ces canons étaient en acier fondu. La *Gazette militaire* de Darmstadt elle-même, dans son n° 31 et 32 de l'année dernière et à l'article « France » dit encore : « L'Ecole d'artillerie de La Fère, présidée par le général La Hitte, s'est prononcée pour l'utilité des canons rayés et a décidé que ce système serait adopté dans toute l'artillerie française. Les petits obusiers de montagne rayés dont on s'est servi dans la guerre de la Kabylie, ont donné d'excellents résultats à une distance de 1,600 mètres. Le boulet est creux et muni d'une fusée à percussion. L'acier fondu est le métal qui répond le

mieux à la fabrication du nouveau système. D'après un procédé encore secret pour fabriquer de grandes masse d'acier fondu du poids de 15 tonnes (20 quintaux), on a construit à Vincennes un canon d'essai en acier avec lequel on a tiré plus de 3,000 coups sans qu'il ait éprouvé la moindre dégradation ; le projectile avait des *ailettes*. La transformation de l'artillerie en France sera peu coûteuse, vu que les 80 millions qui forment la valeur des canons en bronze couvriront les frais de fabrication du nouveau matériel. Cet avantage a déterminé l'empereur à adopter en France les canons rayés ; et les autres puissances suivront probablement cet exemple. »

Comme complément aux renseignements donnés par le général russe et l'ex-capitaine prussien, nous apprenons encore que le canon en bronze de 4 a une longueur totale de 1,420 millimètres, et est muni de 2 petites anses. La longueur d'âme est de 1,385 millimètres ou de 16 calibres. Les 6 rayures et pans ont leurs arêtes arrondies. Sur le tourillon droit est vissé un morceau de fer (fig. 14) servant de hausse horizontale pour régler la dérivation du boulet ; sur le côté droit de la culasse se trouve une entaille triangulaire dans laquelle on place une

pièce de métal avec un cran pour viser ; le poids du canon est de 237 kilog.

§ 35. Les boulets cylindro-ogivaux (fig. 17) sont en fonte et creux, et munis à la pointe d'une fusée à vis (quand on s'en sert comme projectile à explosion) ; cette fusée contient, comme celle de l'obus à balles français, plusieurs canaux à composition ; la base du projectile est légèrement bombée. La masse du métal est plus forte vers la tête, pour en rapprocher le centre de gravité du projectile.

Les 6 ailettes placées sur le boulet sont en zinc, de peu de longueur, arrondies de tous côtés, et fixées au projectile au moyen d'une queue d'aronde (fig. 15, *b c*).

La composition qu'on emploie quand on veut se servir de ces projectiles pour mettre le feu, consiste, outre la charge fulminante, en 6 cylindres en cuivre de 0 m. 05 de longueur remplis de matières fondues et qui peuvent brûler pendant 2 à 3 minutes. Le boulet un peu plus grand que le calibre de 2 ne pèse pas, à ce qu'il paraît, quand il est plein, plus de 6 kilog., et le poids de la charge doit être le 1/5 du poids du projectile. Le chargement qui se fait par la bouche doit être peu expéditif ; les servants de la pièce sont au nombre de

six ; la plus grande portée serait de 4,000 mètres. Les Autrichiens prirent aussi quelques projectiles avec le canon enlevé à Magenta. A Vienne on tira peu de temps après l'arrivée de cette pièce un de ces projectiles comme projectile plein et sous le plus grand angle possible ; un officier, aidé de plusieurs soldats aurait, dit-on, cherché inutilement pendant deux jours ce boulet.

§ 36. Comme ces canons rayés en bronze tiraient des boulets du poids de 12 livres (6 kilog.), le canon de 12 foré au calibre de 4 fut le seul adopté pour le matériel de campagne de l'artillerie française. Un seul projectile, un seul canon, tel est le principe admis. Le premier est à la fois employé comme projectile creux et comme projectile plein ; pour le dernier il y a même affût, même avant-train, mêmes voitures à munitions. Toutes les batteries de la garde impériale furent armées de canons rayés de 12. En suivant le même principe, l'ancien canon de 12 livres, transformé en calibre de 12 rayé, fut seul adopté comme pièce de siége. Ces canons n'étaient pas encore fabriqués lors de la guerre d'Italie ; leur justesse doit être très-grande à la distance de 6,000 mètres. Tous les calibres supérieurs au canon de 12 ont été aban-

donnés. On refond tous les obusiers et toutes les pièces de siége, excepté les mortiers; et déjà au mois de mars 1859, dit le correspondant du *Journal militaire* de Darmstadt, 480 nouvelles pièces étaient en cours de fabrication.

Quant à l'introduction des canons rayés dans la marine française, un correspondant du *Times* à Toulon annonce à la date du 19 août 1859, qu'il y a vu 86 canons rayés du calibre de 30 livres, destinés à l'armement de la flotte; il suppose que ce matériel sort de la fonderie de Ruelle. Vers la fin d'août le ministre de la marine décida que les chaloupes canonnières seraient armées avec des canons rayés.

(La suite au prochain numéro.)

DE LA PROFESSION DES ARMES.

(Suite. Voir le numéro du 15 juillet, page 160) (1864.)

Toutes les armées nouvellement créées ont possédé des instruments belliqueux ; et tous les jours quand l'occasion s'en présente, la musique a plus d'influence pour animer le courage des hommes de guerre et agir sur le résultat des combats. C'est ainsi qu'on voit une brillante jeunesse remplie des illusions les plus séduisantes, comme des songes, magiques de bonheur et d'amour, s'avancer gaiement au bruit des trompettes, au roulement du tambour, au son du clairon, bravant tranquillement une mort presque certaine lancée par des milliers de machines faites pour exterminer le genre humain. C'est seulement dans la milice qu'on peut voir ce phénomène prodigieux : car l'honneur, la noble ambition, la mission sacrée de défendre les droits de la patrie sont autant d'ai-

guillons qui, stimulés par le ressort mystérieux de la musique, produisent ce détachement héroïque de tout ce qu'on aime sur la terre.

La guerre a aussi donné naissance à la poésie, qui a transformé les cris de stentor poussés dans l'ardeur du combat en chants qui excitent l'ardeur des combattans, raconté la grandeur des causes en litige, la valeur des peuples, les exploits des braves, les prouesses surnaturelles des dieux de la fable, enfin les récompenses réservées après la mort à ceux qui ont vaillamment combattu.

Les premiers législateurs, qui étaient tous guerriers, connaissant la grande influence de la musique et de la poésie sur les individus et sur les masses, ont dû se faire musiciens et poëtes, afin d'exercer plus d'influence. Le don de la parole savamment combinée a eu et aura toujours une force irrésistible pour fomenter toutes les passions nobles ou misérables ; et si on y joint la musique, il n'y a pas d'entreprise ardue que l'homme ne puisse tenter et mener à bonne fin : Tout le monde sait qu'*Alexandre* se fit héros en lisant les prouesses des héros de Troie et qu'il avait l'Iliade toujours à la main.

Les règles de l'art poétique se firent avec le

temps ; on chanta les combats sur divers mètres, la guerre ayant l'union la plus intime avec l'art poétique chez tous les peuples sauvages et primitifs. Les Indiens, les Égyptiens, les Arabes, les Grecs, etc., tous sans distinction ont conservé les traditions de l'histoire au moyen de la poésie.

Comme l'homme après Dieu est l'être le plus parfait qu'il y ait sur la terre, et qu'il n'est connu que par ses passions, il est évident que c'est en chantant ses exploits à la guerre que le poëte doit s'enthousiasmer de l'inspiration la plus sublime. C'est ainsi que dès les âges les plus reculés, on voit figurer en première ligne les épopées qui décrivent les actions illustres des héros, et sont supérieurs à toutes les autres compositions que peut entreprendre le génie poétique. Le Grec Homère, père de la poésie, composa l'Iliade et l'Odyssée pour célébrer le siége de Troie et les aventures d'Ulysse : le Latin Virgile raconte les aventures d'Énée dans l'Énéide; le Portugais Camoëns a composé les Lusiades ; Ercilla a légué les Araucans à l'Espagne ; le Napolitain Torquato Tasso a chanté les croisades. Nous ne mentionnons que les poëtes qui furent en première ligne pour avoir produit les ouvrages les plus éminents, mais ceux, en bien

plus grand nombre, qui les suivent, ont pris la lyre pour célébrer les exploits guerriers. C'est le cas de tous les anciens poëtes ; la plupart des poëtes grecs et romains figurent dans cette grande section, et parmi ceux de l'âge moderne, les plus en renom ont chanté les hauts faits des preux ou bien des guerres particulières.

Toutes les armées de l'antiquité ont eu leurs bardes qui étaient à la fois musiciens et poëtes : ils récitaient en tout temps, mais particulièrement à l'heure du combat, les faits héroïques de leurs chefs les plus braves.

L'ascendant dont jouissaient les trouvères était si grand que vers l'an 1284 Édouard Ier roi d'Angleterre, fatigué des efforts constants des Gallois pour leur indépendance, fit réunir tous leurs bardes et les fit mettre à mort, afin que ceux qu'il opprimait n'eussent plus personne pour les enflammer, en chantant les hauts faits de leurs aïeux.

Attendu la parfaite harmonie qui existe entre la poésie et la guerre on ne doit pas s'étonner qu'il soit sorti des rangs de la milice des poëtes aussi célèbres que le Florentin Dante, beaucoup d'autres poëtes étrangers et espagnols, notamment *Er-*

cilla, *Garcilaso de la Vega*, Fernand d'Acuna, *Gutierrez de Celina*, Cervantès, etc.

La peinture est née aussi au milieu des armes, Les premiers hommes qui eurent à se battre eurent l'idée de se défigurer le visage et le corps d'une manière repoussante, afin de se présenter à l'ennemi sous un aspect horrible de nature à l'épouvanter. Ils se peignaient avec du charbon, des substances végétales, avec leur propre sang.

Ce grossier essai de l'art de la peinture n'aurait pas suffi à lui seul pour lui imprimer les progrès rapides qu'il a faits dans les anciens temps. Mais la sympathie ou la vénération envers les guerriers que l'on considérait comme des êtres surnaturels et comme des dieux à cause de leurs faits admirables, inspira l'idée de copier leurs traits, d'imiter leurs gestes et enfin leurs gloires. L'art de la peinture s'éleva peu à peu au degré de perfection dans lequel nous le représente l'histoire des temps fabuleux : il a contribué ensuite à développer et à embellir les religions, surtout la religion chrétienne.

Il faut aussi chercher dans la guerre l'origine de la sculpture. Le penchant naturel de l'homme pour les ornements, le loisir forcé des peuples primitifs quand ils ne pouvaient se distraire par des occupa-

tions manuelles, le désir de donner un cachet de distinction aux armes offensives qui étaient la pièce principale de leur mobilier, les ont amenés à frotter, à fendre, à tailler avec des cailloux les pierres et les arcs dont ils devaient se servir pour chasser les bêtes féroces, et faire la guerre à leurs semblables. Ils emmanchèrent ensuite leurs armes défensives, ornant leurs poignées avec des pierres travaillées, et l'image des objets naturels qui les impressionnaient davantage comme les feuilles de diverses plantes et certains animaux.

Il ne tardèrent pas à vouloir symboliser leurs exploits au moyen de figures particulières pour perpétuer la mémoire des chefs : on tailla des statues pour représenter les idoles.

L'architecture est née de la sculpture et de la nécessité de mettre les familles à l'abri des ardeurs du soleil et de l'intempérie de l'air, chacun selon sa condition.

L'éloquence fut une conséquence naturelle du désir ardent des chefs, pour exciter et mouvoir à leur gré les passions énergiques de leurs soldats, en recherchant les cris, les paroles, les gestes les plus rapides et les plus capables d'atteindre le but. Tous les orateurs, tous les historiens les plus remarqua-

bles ont obtenu leurs succès en excitant les hommes au combat et racontant leurs guerres. On peut affirmer que les plus vieux récits, les plus anciens livres n'ont pas d'autre thème. Ce sont des combats avant tout qui sont racontés dans les ouvrages d'*Hérodote, Thucidyde, Xénophon, Polybe*, *Diodore, Jules César*, *Saluste*, *Tite-Live*, *Cornelius Tacite*, *Quinte-Curce, Suétone*, etc. Les Chinois qui font remonter leur origine comme nation à plus de cinquante siècles avant Jésus-Christ, ont conservé des documents extrêmement remarquables qui remontent à une antiquité fabuleuse et ne parlent que de guerres.

L'art scénique fut inventé par les Grecs en l'honneur des dieux, leurs gymnases furent leurs premières salles de théâtre. On s'y livrait aux exercices de la course, de la lutte, du saut ; au maniement des armes ; le tout, pour faire des soldats.

C'est à l'art de la guerre que tous les autres doivent leur naissance ; tout au moins, il en est le germe le plus fécond.

L'économie politique se déduit naturellement des règles et préceptes donnés aux premières armées pour établir l'ordre de leurs prodigieuses dépenses.

Par la guerre les peuples ont été amenés à établir des communications entr'eux, d'où le commerce : les pays ont échangé leurs denrées l'un avec l'autre, ce qui a entraîné des négociations, puis les trèves entre les parties; enfin on a fait des pactes pour la sûreté des opérations du négoce : la diplomatie s'est formée avec le temps et a posé les bases du droit public.

La médecine est aussi ancienne que l'homme. Les premières investigations ont eu pour objet de conserver la vie aux guerriers blessés.

Il est à propos de faire remarquer ici que les mœurs s'étaient si fort adoucies dès les premiers âges du genre humain, sans doute pour les causes que l'on vient d'exposer, que la pitié était une vertu très-répandue parmi les Assyriens et les Babyloniens. On mettait les malades sur les chemins et dans les places publiques; et ceux des passants qui ne les examinaient pas avec soin, et n'indiquaient pas de remède pour les guérir, étaient l'objet de la réprobation générale.

Les sciences naturelles sont venues des arts. Admettons que les sciences exactes n'aient pas toutes pris naissance dans la guerre, elles ont du moins avec elle une relation intime; car la stratégie, la

fortification, etc., ne sont pas autre chose que ses applications directes.

Il n'y a donc aucune branche de la science qui n'aie son origine dans les premières batailles, ou qui ne se rapporte par un enchaînement direct, dans l'origine à la science militaire. C'est à cette science que les peuples ont dû leurs communications réciproques et le degré de civilisation auquel ils sont parvenus. L'histoire n'est, dans son essence, que la relation fidèle des batailles intellectuelles et morales en même temps que des combats matériels de l'humanité.

Les grandes familles, les grandes nations se sont formées dans la carrière des armes : c'est en la parcourant qu'elles ont édicté les lois le plus en harmonie avec les besoins de l'état social ; leur domination a maintenu l'indépendance de tous les pays aussitôt qu'ils ont été organisés de la manière la plus conforme à leur destinée particulière ; les grands civilisateurs du monde sont sortis du sein de la milice. Dans les premiers âges surtout, tous les législateurs étaient guerriers avant tout, la plupart ont été de grands capitaines. *Sésostris* et les *Ptolémées* en Egypte ; *Sémiramis* en Assyrie ; *Moïse*, *David*, *Salomon* en Judée ; *Crésus* en Lydie ;

Solon, *Thémistocle*, *Miltiade*, *Aristide*, *Cimon*, *Périclès*, *Phocion*, *Alcibiade* à Athènes; *Epaminondas* à Thèbes; *Lycurgue*, *Léonidas*, *Pausanias* à Lacédémone; *Pyrrhus* en Epire; *Séleucus*, *Anthiochus* en Syrie; *Philippe II*, *Alexandre le Grand*, *Philopœmen* en Macédoine; le grand *Mithridate* dans le Pont; *Cyrus*, les *Darius*, *Xerxès* en Perse; le grand *Tamerlan* en Mongolie; *Romulus*, *Numa*, les *Scipion*, *Régulus*, *Marius*, *Sylla*, *Pompée*, *César*, *Octave*, *Trajan*, *Constantin* à Rome; *Amilcar*, *Annibal* à Carthage; *Attila* chez les Huns; *Alaric* dans l'armée des Goths qui ont envahi notre péninsule; *Mahomet* en Arabie; *Charlemagne*, *Napoléon Ier* en France; *Pierre le Grand* et *Catherine* en Russie; *Frédéric II* en Prusse, etc., etc.; enfin, un grand nombre de rois d'Espagne dont les noms sont biens connus.

Parmi les monarques célèbres, guerriers et législateurs, que nous venons de citer, le premier Ptolémée, David, Epaminondas, Philippe, Cyrus Constantin et Tamerlan étaient d'une naissance obscure, et c'est uniquement à leurs prouesses et à leurs talents militaires qu'ils ont dû de porter la couronne royale ou le diadème impérial.

Sorti d'un humble berceau, ignorant et pauvre,

Mahomet a su par son génie et la force des armes fonder une religion et un vaste empire Il a sanctifié la guerre en promettant à ses sectateurs que le monde lui appartiendrait du droit de l'épée, et que ceux qui mourraient en combattant auraient à jamais en partage les délices du ciel. L'Arabie inconnue ou méconnue avant lui s'illustre par les armes; le sabre de l'islam subjugue de grandes provinces en Perse, de riches territoires dans l'Asie-Mineure, la Palestine, l'Égypte, la Lybie, la Mauritanie, la majeure partie de l'Afrique et de l'Espagne.

Pour prouver que l'histoire de l'humanité n'est qu'une lutte perpétuelle, et que l'histoire des peuples n'est pas autre chose que celle des guerres qu'ils ont soutenues, et que les grands hommes de guerre ont été en réalité les agens de la prépondérance et de la civilisation des États, nous allons donner un coup d'œil rapide sur l'histoire de quelques nations.

Nous passerons sous silence la vie des plus remarquables parmi les premiers peuples, tels que les Indiens, les Chinois, les Égyptiens, les Hébreux les Assyriens, les Mèdes, les Babyloniens, le [illegible], etc.; nous ne nous occuperons pas [illegible] Phéniciens, des Carthaginois, des

Perses et des Macédoniens, parce que ce serait une trop grande tâche de parler de tous; nous dirons pourtant qu'en étudiant leur histoire avec atten-tention, on y reconnaît aussi clairement que chez les nations plus jeunes la vérité du principe général que nous avons posé. Nous laisserons de côté aussi la plupart des sociétés modernes; car il nous suffira de mettre en relief le petit nombre de celles qui ont eu l'action la plus positive sur les destinées de l'Europe.

Quelques traits de l'histoire des Grecs.

Après la dispersion des descendants de Noé, justement châtiés pour avoir eu l'orgueil de vouloir élever la tour de Babel, plusieurs familles parties de la Thrace vinrent s'établir dans les contrées qui forment la Grèce d'aujourd'hui. On appela Pelasges les nations qu'ils fondèrent, du nom de Pelasge leur chef, qui était petit-fils d'Inachus, descendant de Javan fils de Japhet.

Ces fondateurs de la nation grecque rencontrèrent dans le pays qu'ils envahirent par la force

d'anciens habitants qui erraient à travers les bois, habillés de peaux de bêtes, se nourrissant des fruits des forêts et au moyen de la pêche, vivant dans l'ignorance la plus complète.

Survinent ensuite les Hellènes, peuple belliqueux qui subjugua la plupart de ceux qui l'avaient précédé, et forma deux branches ; la branche Pelasgique de condition paisible mais inculte, et la branche Hellénique guerrière et civilisée qui fonda une société et bâtit des villes. A cette époque, les sciences et les arts s'étaient déjà développés dans l'Inde, en Phénicie et en Égypte. De ces deux pays émigrèrent des bandes d'aventuriers qui vinrent s'établir en Grèce, et contribuèrent en grande partie à y fonder le travail commun, en cultivant la terre et fondant la propriété, base de tous les progrès de la civilisation ; c'est de là, on peut l'affirmer, que date l'origine de la nation grecque.

Plus tard, environ 1700 ans avant Jésus-Christ, il nous arriva une autre colonie du Delta : elle occupa par la force une partie de la Grèce et fonda divers arrondissements. L'Egyptien Cécrops, chef de ces bandes guerrières, fut le fondateur d'Athènes ; il civilisa les peuples qu'il avait conquis, institua le mariage et établit le sénat de l'Aréopage,

l'un des plus anciens et plus incorruptibles tribunaux dont les membres étaient les citoyens les plus intègres, les plus éminents par leur mérite, leur naissance et leur fortune.

Le phénicien Cadmus vint occuper avec les siens une autre contrée du territoire grec : il apporta l'alphabet, le commerce et plusieurs arts.

Les descendants des premiers Hellènes formèrent quatre familles qui finirent par dominer la Grèce : les Doriens, les Éoliens, les Ioniens et les Achéens. Ces derniers furent la principale.

Les chefs des peuples dans ces temps héroïques se distinguaient surtout par la force et la valeur. Hercule et Thésée occupèrent le premier rang et furent déclarés demi-dieux à leur mort. Survinrent le voyage des Argonautes pour développer le commerce, les guerres de Thèbes, celle de Troie à jamais fameuse. A la fin les Grecs dominèrent jusqu'au fond de la mer Noire, après avoir créé partout les relations commerciales et l'esprit de nationalité. L'art militaire fut perfectionné et avec lui l'industrie et tous les autres arts, — il en fut de même pour les sciences qui étaient tout à fait arriérées.

Dès avant les temps historiques, on voit appa-

raître Sparte et Athènes, à la tête de tous les États de la Grèce.

Les Spartiates étaient des hommes austères à l'extrême, très-hardis et d'une rude franchise. Ils étaient divisés en trois classes : la première était composée des habitants de la cité qui étaient seigneurs et tyrans des deux autres ; les habitants des campagnes où Lacédémoniens qui payaient le tribut en espèces et en hommes pour faire la guerre ; et les serfs appelés aussi Ilotes.

Les Spartiates professaient une grande affection pour les armes, la noblesse, les distinctions honorifiques ; leur gouvernement était aristocratique.

Le législateur Lycurgue, fils d'Eunome, roi de Lacédémone, emprunta à l'île de Crète vers les dernières années du IX[e] siècle avant J.-C., les principes de sa législation spartiate, et il y introduisit les véritables exercices gymnastiques qui étaient déjà cultivés chez ces peuples belliqueux.

Il composa l'armée de six *séjours* ou divisions, chaque division de quatre *fous* ou bataillons ; le bataillon se divisait en deux *pentécosties* ou compagnies de cinquante hommes et plus. Chaque *pentécostie* était composée de deux *économoties* ou pelo–

tons qui juraient de se défendre réciproquement jusqu'à la mort.

La tactique fut perfectionnée ; la discipline était sévère : on créa les musiques et les bannières militaires ; les commandements étaient transmis par des signaux de musique. Un même vêtement de couleur rouge fut adopté par tous les rangs, afin de cacher les taches de sang : la cavalerie fut réservée aux hommes libres et on interdit aux esclaves l'usage de porter les armes. Les jeunes filles s'adonnaient aux mêmes exercices que les hommes, afin de former plus tard des femmes fortes et courageuses. Elles portaient du reste le même vêtement et c'était un grand déshonneur pour elles et pour les hommes de ne pas avoir d'enfants. Enfin toutes les prescriptions des lois de Lycurgue tendaient à donner à l'État des citoyens propres à la guerre par toutes leurs conditions naturelles, leur austérité, leur alimentation frugale, leur valeur et leur esprit guerrier.

Athènes établit une plus grande fraternité entre l'importance des armes et les progrès dans les arts, les sciences et l'industrie. Thésée l'un de ses rois fut un demi-dieu. C'était un Hercule courageux à l'égal de celui qui fut un des premiers civilisateurs

de l'humanité. Il extermina les bandes qui désolaient les champs de l'Attique, tua les bêtes féroces et les monstres qui jetaient l'épouvante dans le pays, et de plus il donna des lois qui organisèrent ses peuples, déclarant qu'Athènes serait leur capitale.

Il existe une grande obscurité au sujet des rois qui succédèrent à Thésée jusqu'à Codrus. Dans une guerre contre les Héraclides ou descendants d'Hercule, ce prince se fit tuer dans un combat afin de donner par sa mort la liberté aux Athéniens; car telle avait été la réponse de l'oracle. A dater de cette époque, 1125 ans avant J.-C., la monarchie fut abolie.

Les armées athéniennes étaient temporaires et toutes composées d'hommes libres; il n'y avait de permanent qu'une garde scythe pour la sécurité du gouvernement, pendant les luttes perpétuelles de l'intérieur.

C'est Athènes qui posséda les premières troupes soldées qui aient existé en Grèce, lors du siége de Potidée, 430 ans avant J.-C., au commencement de la guerre du Péloponèse.

Au commencement du sixième siècle avant J.-C., Athènes eut aussi un grand législateur,

Solon, descendant du roi Codrus. Il voulut former une république puissante, guerrière, incorruptible et heureuse : ce qu'il obtint en effet; mais il eut aussi la douleur de voir la corruption gagner la société dont il s'était proposé l'élévation.

Pendant les premières années qui suivirent, il y eut des guerres continuelles, soit contre les États de la Grèce qui étaient la plupart organisés en république, quelques-uns seulement en monarchie, soit avec les ennemis du dehors, ce qui n'empêcha pas le commerce de s'étendre et des colonies florissantes de s'établir en Asie, en Europe et en Afrique. La civilisation progressait de tous côtés. Pendant les temps historiques, les guerres se suivirent sans interruption, les armées furent de mieux en mieux organisées; et des généraux illustres qui étaient en même temps leurs législateurs, les conduisaient à la victoire. Le commerce se développa et enrichit la géographie de données intéressantes. Quand l'Europe était encore plongée dans la barbarie, la Grèce était déjà le foyer des sciences et de l'art de la guerre. Vers l'an 600 avant J.-C., les sept Sages que tout le monde connaît, rédigèrent en sentences les lois de la morale, d'après une étude approfondie du cœur humain.

Ce serait une tâche trop grande et du reste étrangère à notre sujet, que d'exposer, même en abrégé, les périodes principales des républiques et des royaumes qui composaient la Grèce : nous dirons seulement que ses capitaines-législateurs les plus illustres leur ont valu à tous des gloires immortelles. A la bataille de Marathon, livrée 490 ans avant Jésus-Christ, par Miltiade, général athénien, commandant dix mille soldats contre Datès et Artaferne, généraux de Darius, roi de Perse, qui commandaient au moins cent mille combattants, les Grecs furent vainqueurs malgré leur petit nombre : la victoire de Marathon fut le triomphe de l'intelligence et de l'art militaire contre la force matérielle dirigée sans intelligence. Au passage des Thermopyles, 480 ans avant J.-C., par Xerxès, roi des Perses, commandant une armée fabuleuse, nous l'avons déjà dit, de 5,283,220 hommes et 1,207 vaisseaux, Léonidas et ses trois cents compagnons combattirent en héros, sachant qu'il n'en échapperait pas un seul. Peu après eut lieu la grande bataille navale où Thémistocle remporta la victoire sur la flotte de Xerxès, plus de trois fois supérieure à celle des Grecs. A Platée, Pausanias et Aristide mirent les Perses en déroute et leur tuèrent plus de quarante mille hommes sur le champ

de bataille. L'Athénien Xénophon s'est fait un nom immortel par sa retraite, pour ainsi dire fabuleuse, des dix mille fantassins : en dix-neuf mois, il parcourut treize cents lieues de pays ennemi, surmontant tous les obstacles suscités par les hommes et par la nature ; il avait formé un petit escadron de cinquante cavaliers pour protéger les chevaux qui portaient les munitions. Les dix mille soldats de Xénophon et les trois mille Grecs qui avaient péri à la bataille de Cunaxa, ont formé la première armée permanente qui ait existé en Grèce ; après la défaite de Cyrus-le-Jeune et de ses cent mille combattants avec lesquels les Grecs devaient opérer leur jonction, Xénophon fit des efforts extraordinaires auprès d'Artaxercès, roi de Perse, qui commandait une armée de douze cent mille hommes, afin qu'il lui permît de faire sa retraite.

Au milieu du cinquième siècle, Périclès obtint le commandement suprême dans Athènes ; politique habile, grand capitaine, sage administrateur, orateur éloquent, d'un caractère souple et sensible aux adulations, il gouverna trente années la république comme s'il eût été monarque absolu. Il donna à sa patrie les plus beaux jours de gloire et de prospérité ; de son temps, les sciences, les arts, les lettres parvinrent à leur apogée.

Durant ce cinquième siècle, qu'on appelle aussi le siècle de Périclès, la Grèce était divisée en deux partis, celui d'Athènes et celui de Sparte, ces deux républiques ayant l'une contre l'autre une antipathie et une rivalité des plus tenaces. Athènes plus ambitieuse dominait la mer avec ses vaisseaux et par le moyen de ses alliés tributaires, envers lesquels elle usait de la plus grande tyrannie. Ses lois entièrement démocratiques s'abaissaient devant le citoyen qui y jouissait d'une liberté ou plutôt d'une licence absolue; les hommes y étaient supérieurs aux codes et apprenaient surtout à *vivre pour la patrie*. La puissance de Sparte était plus grande sur terre : elle était soutenue par la plupart des Etats grecs et représentait surtout la cause de la liberté aristocratique. Les Spartiates avaient dans leurs mœurs un certain caractère de rudesse ; leurs lois étaient sévères et ils observaient le principe de *mourir pour la patrie*, l'Etat étant tout, l'individu rien.

La jalousie des deux républiques, excitée antérieurement par l'égoïsme de Périclès, amena la guerre du Péloponèse, 431 ans avant J.-C. Elle dura vingt-sept ans, et eut pour résultat la défaite des Athéniens et la domination des Spartiates ; la substitution de l'esprit de faction, et par consé-

quent de désordre à l'esprit civique ; l'animosité et l'envie remplacèrent l'ancien sentiment de nationalité.

Alors régnait en Macédoine, au nord de la Grèce, Philippe, grand roi représentant d'une monarchie pure et absolue, général illustre, politique et législateur, qui, par suite des discordes et des guerres existant parmi les peuples de la partie méridionale de la Grèce. et aussi parce qu'il commandait des troupes permanentes, la soumit et parvint à se faire nommer généralissime de toutes ses forces. On peut affirmer que ce fut la fin de l'apogée de cette petite contrée supérieure en puissance et en civilisation au reste du monde. Elle y était parvenue par la guerre ainsi que nous l'avons indiqué.

Peu d'années avant cet événement mémorable, il existait un grand esprit guerrier parmi les Grecs ; car les Lacédémoniens venaient d'exiler le célèbre musicien Timothée, parce que ses compositions leur paraissaient molles et efféminées.

A partir de l'avènement de Philippe commença la décadence de la Grèce, car ses hommes d'État et les plus illustres citoyens passaient leurs journées dans les fêtes, les plaisirs et le repos, tous enivrés de leurs richesses, et adonnés aux plaisirs des sens ; les luttes intestines avaient amené l'agrandissement

de quelques-uns, et l'instruction militaire du peuple était livrée à l'oubli comme une chose dont on n'avait plus nul souci. Les plus fougueux orateurs ne purent ranimer la vigueur de ce corps énervé ; quand il fallut combattre pour l'indépendance nationale, ils furent eux-mêmes incapables de donner l'exemple du patriotisme qu'ils prêchaient à la tribune. La Grèce proprement dite, qui avait reçu de l'Afrique sa civilisation, avait rempli sa mission, et allait à son tour répandre ses arts et sa civilisation, parvenus à leur plus haut degré de perfection, sur la Grèce septentrionale. appelée à recueillir son héritage, en vertu des décrets impénétrables du ciel. La Grèce méridionale concentrée dans les trois républiques d'Athènes, Sparte et Thèbe n'eut pas la force d'arrêter la destinée.

Philippe éleva pour la guerre, au milieu de ses Macédoniens, son fils Alexandre le Grand, un de ces génies sublimes que le Tout-Puissant suscite de temps en temps pour conduire l'humanité à ses fins. Cet homme extraordinaire, le premier à inscrire sur la liste de ceux qui n'appartiennent pas à un pays mais à l'univers, monta sur le trône à la mort de son père. Adoptant les idées athéniennes, il continua l'œuvre civilisatrice au moyen de ses victoires immortelles, obtenues à la tête des armées qu'il

commandait en personne, et sema dans l'Asie de grandsgermes de culture et de prospérité dans toutes les branches de la science.

A sa mort cessa la centralisation du pouvoir qu'il avait exercée avec des talents hors ligne, et ses lieutenants divisés se disputèrent le partage des nations à l'aide des talents militaires qu'il avait perfectionnés.

Les armées grecques disparurent avec la domination macédonienne, la science de la guerre, l'éloquence, la poésie, les lettres s'éteignirent dans la Grèce.

Ce ne fut plus qu'un pays livré au joug de l'étranger et qui, malgré ses efforts, ne put jamais recouvrer son indépendance : il devint la proie de Rome avec qui il avait fait alliance, et qui se montrait déjà la puissance prédestinée à la domination et à la révolution de l'univers. La Grèce fut soumise aux Romains 146 ans avant J.-C., après avoir vu Corinthe réduite en cendres par le consul Lucius Mummius, et perdu la bataille livrée dans les plaines de Lenco-Petra : le carnage y fut si grand, qu'au rapport des historiens les deux mers séparées par l'isthme y furent teintes de sang.

(*La suite au prochain numéro.*)

LE LIVRE DU SOUS-OFFICIER

Par MM. H. HURÉ et J. PICARD (1).

Vous vous rappelez sans doute les *Portraits des gens de guerre*, ouvrage dans lequel le général baron Ambert a eu la bonne pensée de mettre sous les yeux des soldats les exemples des vertus militaires, en retraçant dans un style plein de feu la vie de ces héros qui naissent partout en France pour illustrer leur pays. Cet ouvrage et un autre : *le Soldat*, ont suggéré à MM. Huré et Picard l'idée du *Livre du Sous-Officier*. Réunir sous une forme élémentaire les notions de religion, de morale, de grammaire, de mathématiques, de géographie, d'histoire, de fortifications, de topographie, etc., tel est le but que les auteurs se sont proposé pour aider le sous-officier à franchir la distance qui le sépare des grades de sous-lieutenant et de lieutenant, en un mot, pour obtenir l'épaulette. Ces traités élémentaires sont vraiment indispensables. C'est par eux que les plus savants ont dû commen-

(1) 1 volume, chez Corréard, éditeur, place Saint-André-des-Arts, n° 3.

cer avant de pouvoir aborder les ouvrages où les sciences, les lettres et les arts sont traités dans toute leur étendue. Mais parmi tous ces livres ayant la prétention d'aplanir les obstacles qui séparent l'ignorance du savoir, un très-petit nombre justifient leur titre. Rien n'est difficile, dans un traité élémentaire surtout, comme d'être simple, clair et concis.

Moins le lecteur est savant, plus l'auteur doit être maître de son sujet et posséder le don de vulgarisation. *Le Livre du sous-Officier* est un de ceux qui ne mentent pas à leur titre. Il s'ouvre par un résumé de philosophie religieuse plein de bon sens. Dans la morale, la loi du devoir se trouve ainsi définie : « Dieu a donné à l'homme, sa créature, la faculté de sentir, de connaître, et celle de vouloir, et, par ces facultés, l'homme se trouve avoir des rapports continuels avec les autres êtres et avec lui-même. Les actes qui en résultent sont bons s'ils sont conformes aux lois qui régissent ces rapports : ils sont mauvais s'ils y sont contraires. » Viennent ensuite des abrégés de grammaire, d'arithmétique, de géométrie, de géographie, de topographie, d'administration, de fortification ; le tout accompagné de cartes qui aident encore à la clarté du texte. La

partie historique comprend l'histoire sainte, l'histoire des différents peuples et pays. La biographie des illustrations militaires termine l'ouvrage et le couronne utilement. Il était bon de rappeler les traits de courage de ces hommes qui, simples soldats, ont pu dans notre pays arriver aux plus hautes dignités.

Et, pour ne pas remonter au-delà du 17e siècle, qu'y voyons-nous? C'est Gassion, que le grand Condé embrasse à Rocroi, en lui disant que la victoire est due à sa bravoure; Gassion qui, avec 500 cavaliers, bat les 6,000 chevaux du fameux J. de West et lui fait 1,600 prisonniers. c'est Rantzau, à qui Mars n'a *rien laissé d'entier que le cœur*, car il lui a enlevé un œil, une jambe, un bras; c'est le grand Condé qui, à vingt-deux ans, gagne la bataille de Rocroi, et ravit pour jamais à l'infanterie espagnole son antique renommée; Condé qui, à vingt-trois ans, bat à Marienthal le vainqueur même de Turenne; c'est Luxembourg, qu'on surnomme avec enthousiasme *le Tapissier de Notre-Dame*, tant il enlève de drapeaux à l'ennemi! C'est Catinat, dont le désintéressement et la bonté ne sont égalés que par sa bravoure et son génie : homme de Plutarque; c'est Duquesne, le vainqueur

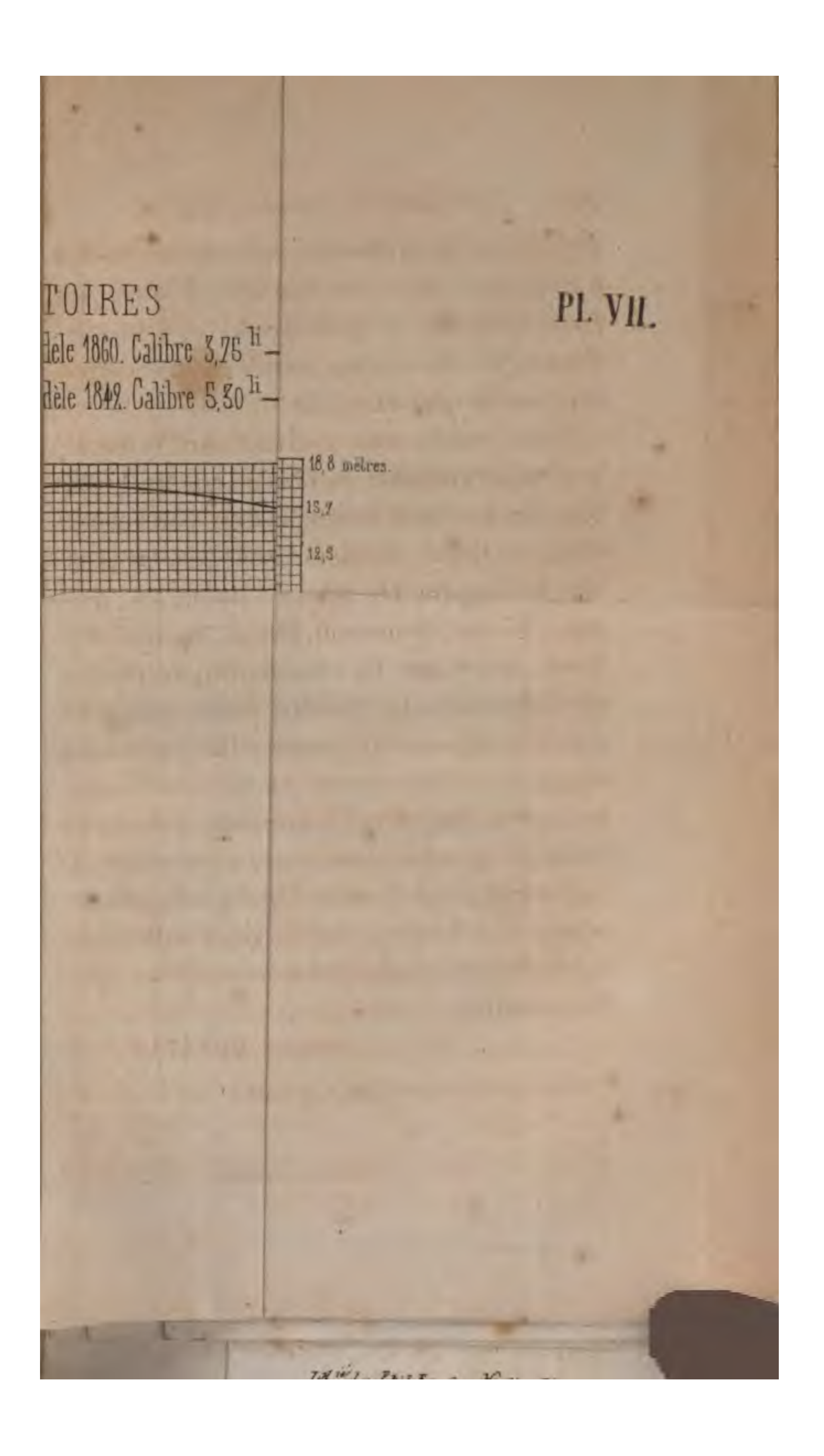
de Ruyter; c'est Tourville, capitaine de vaisseau à vingt-quatre ans; c'est Jean Bart, la terreur des flottes anglaises et hollandaises; c'est Duguay-Trouin qui, à dix-sept ans, saute le premier à l'abordage sur un vaisseau anglais

Et plus près de nous, voici La Tour d'Auvergne, le premier grenadier de France; Lannes, le plus brave des trois plus braves (les deux autres étaient Kléber et Junot). Il faudrait citer tous les généraux de l'Empire. Les noms de Murat, Ney, Masséna, Davoust, Daumesnil, Dumas, Mortier, sont encore dans toutes les bouches. On n'a pas non plus oublié celui du grenadier Alexis, qui, à lui seul, fit prisonniers 60 Croates; celui du grenadier Pascal qui, le bras emporté par un boulet, entendant son capitaine crier: A vos rangs, grenadiers! se lève et reprend sa place comme si de rien n'était. Ce glorieux passé de notre histoire nationale, ce présent déjà si rempli, sont des gages certains que l'avenir réserve de dignes descendants à nos vaillants ancêtres.

ERNEST MENAULT.

(Moniteur universel du 20 août 1864.)

Sceaux. — Imprimerie de E. Dépée.


TOIRES
dèle 1860. Calibre 3,76 li
dèle 1842. Calibre 5,30 li
PI. VII.
18,8 mètres.
15,7
12,5

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES

Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU

Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — DEUXIÈME PARTIE

Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 aout, page 240.)

La masse plus considérable du plomb ne saurait compenser, à cet égard, l'infériorité de la vitesse finale qui est liée à l'inclinaison plus rapide de la trajectoire; l'expérience le démontre du moins pour les balles d'infanterie françaises de 34 ou 36 gr.; la force de percussion des projectiles de la carabine française qui pèsent 47 gr. et se tirent à la charge de 5 gr., pourrait toutefois approcher encore de celle du petit calibre aux distances comprises entre 800 et 1000 pas.

Il ne nous est naturellement pas permis à nous, profane en médecine, de donner notre avis sur la mortalité des diverses blessures d'armes à feu, et nous ferons seulement remarquer encore, en nous plaçant au point de vue purement technique que la question physique est plus compliquée que la question médicale telle qu'on a l'habitude de l'envisager.

Il est évident que chaque projectile possède en chaque point de sa route une capacité d'action particulière qui dépend à la fois de ses mouvements de progression et de rotation, de sa masse et de sa forme. Les éléments de la mécanique nous apprennent que le mouvement progressif entre plus en question que la masse quand il s'agit d'un choc (1). Or c'est un

(1) Dans l'étude du résultat du choc de deux corps il faut considérer : 1° les masses, 2° les vitesses relatives qu'ils possèdent, et en général toutes les conditions de mouvement dans lesquelles ils se trouvent au moment où ils se rencontrent 3° la forme des corps, 4° leurs positions relatives dans le même instant, 5° la constitution moléculaire intérieure et en particulier l'élasticité des deux corps (voir Redtenbacher, principes de mécanique). Dans notre cas où c'est le corps humain qui est atteint, son mouvement progressif possible et le degré de résistance dont il est susceptible, par conséquent aussi l'action du choc sur ce corps considéré *comme un tout* solide, ne peuvent être que faibles comparés à ceux qui

fait connu que les durées de trajets les plus courtes et les vitesses finales les plus grandes sont le propre du petit calibre, d'où l'on peut conclure qu'il exerce en général un plus grand effet de percussion, ainsi que de nombreuses expériences l'ont confirmé. Si même les *effets mécaniques* pour une

se rapportent à la balle. *Les profondeurs de pénétration* des balles usuelles de divers calibres sont entr'elles à peu près comme les carrés de leurs vitesses. L'état général de mouvement dans lequel se trouve le corps humain est du reste très-important puisque l'action mécanique de la balle, relativement au mode et à la direction de sa pénétration, dépend à un haut degré de la position et du mouvement des membres et des parties internes au moment où elle a lieu. La substance généralement en usage pour la confection des balles est un plomb assez pur dont l'élasticité est presque nulle et dont les changements de forme dans l'intérieur du corps, lesquels sont soumis à de nombreuses variations, absorbent souvent (au détriment de la percussion) une partie sinon considérable du moins sensible de l'action totale du choc. L'addition de 2 ou 3 °/₀ d'antimoine ou d'étain augmente beaucoup la dureté et la force de pénétration des balles, mais on en fait rarement usage. Les effets considérables de pénétration des petites balles tscherkesses doivent aussi être augmentés par l'emploi du cuivre, si toutefois on peut faire abstraction pour les grandes distances du ralentissement que subit le mouvement progressif par suite de la diminution du moment d'inertie de la balle dont le poids spécifique est moindre.

distance donnée sont *égaux* pour les deux calibres, la petite balle peut néanmoins *pénétrer plus profondément* et souvent en vertu de sa pénétration *plus rapide* opérer dans une certaine mesure l'incision d'organes internes qu'elle ne fait qu'effleurer sous un petit angle et qui, dans les mêmes circonstances, peuvent se soustraire par l'élasticité à la balle plus grosse qui pénètre avec plus de lenteur. Plus la distance est petite, par conséquent plus le mouvement progressif est rapide, plus les parties qui se trouvent sur le passage de la balle sont coupées net et enlevées pour ainsi dire comme à l'emporte-pièce, tandis qu'à mesure que l'éloignement augmente et que la vitesse décroît, les blessures prennent de plus en plus le caractère de plaies déchirées et contuses. Ceci a lieu pour les deux calibres. C'est également un fait généralement admis que les désordres occasionnés dans le corps atteint sont beaucoup plus considérables quand la balle y reste (et agit par conséquent plus longtemps sur lui), que lorsqu'elle le traverse entièrement avec une grande vitesse; en conséquence, les balles à demi éteintes qui ont encore juste assez de force pour entrer dans le corps, ou qui ne font que rebondir énergiquement contre des parties dures, sont du

nombre de celles qui mettent un homme hors de combat le plus promptement et le plus sûrement possible sinon de la manière la plus persistante. Les balles ainsi affaiblies, pénétrant plus lentement ont aussi, d'une part, la propriété d'être plus facilement déviées par les parties élastiques internes et, d'autre part, celle de se renverser plus facilement par suite de l'interruption de leur mouvement régulier et de continuer latéralement dans l'intérieur du corps un mouvement de rotation qui y porte le déchirement et la destruction, ce qui provoque souvent la chute immédiate de l'adversaire atteint, plus sûrement que ne le ferait un projectile traversant le corps avec toute sa force et en ligne directe.

Toutes ces considérations, auxquelles on pourrait en ajouter encore beaucoup d'autres semblables, ne conduisent à aucune conclusion positive en faveur de l'un ou de l'autre calibre, car il n'y a pas ici les différences qui peuvent exister, par exemple, entre une balle de fusil et un boulet de canon.

Mais en tout cas il est hors de doute qu'il s'agit principalement *d'atteindre le plus grand nombre possible d'adversaires* et la condition première pour atteindre ce résultat réside bien moins dans la diminution de la dispersion que dans la *tension de la*

trajectoire qui est propre au petit calibre au plus haut degré.

Pour compléter notre examen de ce côté tragique de la science des armes, nous passons enfin aux effets produits sur *le cheval* par les balles du petit calibre.

Dans une épreuve de tir plus récente — organisée à Berne le 9 janvier 1863, par MM. le professeur *Gerber* et le vétérinaire en chef *Koller*, — dans laquelle on tira avec le nouveau fusil de ligne de petit calibre (fusil de chasseur allongé), contre des corps de chevaux, on fit entre autres les observations suivantes.

1° *A 400 pas* : un coup reçu par devant, entrant à travers les muscles de la base du cou, puis passant contre la surface externe de l'extrémité supérieure de la 1re côte forma un conduit non interrompu entre la colonne vertébrale et les muscles du dos fixés sur elle par des tendons *dans toute la longueur du tronc*, partie en détruisant, partie en paralysant complètement par la meurtrissure, les ramifications nerveuses supérieures du dos, de la région lombaire et de la croupe; la sortie eut lieu à la *racine de la queue* (1).

(1) A nos remarques antérieures nous ajouterons encore

Les vaisseaux et les autres organes doués d'élasticité et présentant une surface extérieure lisse, quand ils furent atteints latéralement, ne laissèrent jamais glisser la balle comme cela était arrivé souvent avec le gros calibre, mais furent *perforés* (la balle se trouvant douée d'une action en quelque sorte incisive par suite de sa grande vitesse et de la petitesse de la surface latérale de contact).

2° *A* 600 *pas* les os les plus forts des membres, ceux de l'articulation du coude et l'extrémité inférieure du tibia, furent brisés.

Des résultats tout à fait semblables avaient déjà été obtenus le 16 janvier 1855, par M. le colonel

la suivante : Les profondeurs de pénétration dans un corps mou de constitution interne homogène et pour des balles de divers calibres seraient entr'elles à peu près comme les carrés des vitesses que possèdent les projectiles à leur entrée, en supposant que les masses des balles ainsi que la résistance qu'elles éprouvent soient proportionnelles à leurs sections transversales. Or on sait que la quantité de *plomb* renfermée dans un millimètre carré de la section transversale est même *plus grande* pour les petites balles que pour les grandes. Cela explique la profondeur considérable de la pénétration des premières, laquelle par suite de nombreuses circonstances mécaniques accessoires ne peut naturellement pas présenter, dans le bois ou dans les objets de constitution interne inégale, la même régularité que dans un corps mou homogène.

Wehrli avec la balle à compression de petit calibre.

L'heureuse solution de la question du calibre est du plus haut intérêt au point de vue militaire. Nous ne doutons pas que le calibre suisse ne devienne aussi *dans l'avenir* le calibre *allemand*, quoique *pour le moment*, les énormes approvisionnements en fusils des calibres 13,9 mm. (Autriche et Allemagne du sud) et 15 mm. (Prusse), commandent un temps d'arrêt.

Avant tout il faut féliciter les Suisses, en particulier, de leur persévérance dans l'exécution de leur excellente innovation. C'est une preuve de plus que le caractère propre de la constitution politique et défensive de la Suisse ne s'oppose nullement à ce que le progrès militaire y soit poursuivi avec intelligence et unité, fait qui se trouve aussi confirmé d'une manière incontestable, d'abord dans le domaine de l'artillerie par l'introduction d'un nouveau matériel excellent et ensuite en général, dans le sens le plus large, par un équipement et une instruction des troupes tout à fait en rapport avec les exigences les plus modernes.

Il n'y a rien de surprenant à ce que le dévouement patriotique de la nation à ses intérêts militaires, qui va de pair avec le développement général

d'une certaine éducation guerrière, conduise pour chaque innovation importante à une concurrence et à des discussions nombreuses. Ainsi cette fois encore, dans la question du calibre, deux partis étaient en présence et chacun d'eux trouvait dans le public un appui considérable et avait pour chefs d'éminentes capacités militaires. Il y eut des deux côtés des assemblées tenues, des pétitions rédigées, etc. Parmi les publications de la presse suisse sur ce sujet, un article de l'*Indicateur zurichois* (nos 10 et 11 de 1863), nous a particulièrement intéressé par un résumé impartial des débats. — Aujourd'hui que le gouvernement a prononcé le mot décisif, le parti du gros calibre sera sans doute bientôt réconcilié avec la nouvelle arme après en avoir fait par lui-même une expérience favorable.

IX. — LE SYSTÈME PODEWILS ET LES CALIBRES ALLEMANDS.

(*Voir la planche* 10.)

L'insuffisance de la balle à compression de Lorentz pour le calibre autrichien de 13,9, a déjà été démontrée par nous dans le 1er vol. de ce livre, et s'est trouvée confirmée depuis de la manière la plus positive par ce fait que les balles à expansion du modèle bavarois (Pl. 3 Fig. 46) ont aussi été adoptées pour le fusil autrichien.

Les États du sud, et en premier lieu ceux qui correspondent au 8me corps d'armée, avaient pris les devants dans l'accomplissement de ce progrès en introduisant des projectiles à expansion de divers modèles pour le calibre unique nouvellement adopté. Dans le pays de Bade et dans le Wurtemberg, on a conservé, à la vérité, la complication du culot, tandis que dans la Hesse on a adopté un projectile à évidement étoilé, fabriqué par compression et permettant l'emploi du vent maximum, et l'on a ainsi supprimé complétement l'inconvénient du

culot. Dans le 7me corps d'armée (bavarois), on s'est décidé aussi pour l'expansion sans culot, mais on a atteint ce but par un autre procédé tout spécial, en donnant au canon une disposition intérieure particulière au moyen de laquelle on peut obtenir la régularité et l'intensité de l'expansion de la balle, même pour les très-petits évidements à forme ronde. Enfin, on adopta, en Autriche, la balle précédemment citée, semblable à la balle bavaroise.

Par suite de ces circonstances on a déjà obtenu, aujourd'hui, l'uniformité des munitions à un degré suffisant pour le cas de guerre dans les 1, 2, 3, 7, 8e corps d'armée, et en partie aussi dans le 9me (division de Saxe et brigade de Nassau) (1). Tous les

(1) Les états du 10e corps d'armée ont été assimilés aux 4e, 5e et 6e corps, c'est-à-dire qu'on y a prescrit l'adoption du fusil à aiguille, et ils ont déjà exécuté cette mesure en partie.

Le Hanovre fait encore exception, jusqu'à présent à cette unification technique naturelle avec son *fusil à tige* qu'il faut considérer comme un modèle ayant fait son temps. Nous avons décrit exactement cette arme dans le n° 6 de l'année 1858 des « *feuilles pour les affaires de la guerre et les sciences militaires* » et nous donnons maintenant, pl. 8, fig. 60, la représentation de son projectile nommé *balle à écran*. Les dimensions principales sont en mm. : $ab = 16.26$;

modèles de balle sont disposés pour l'expansion, pèsent de 27 à 29 gr., ont un diamètre de 13,5 ou 13,6 mm., et se tirent avec une charge qui varie entre 4 et 4 1/2 gr. Les différences dans les angles de hausse et les dispersions ne sont pas assez considérables pour faire craindre de sérieux embarras, au cas d'une erreur éventuelle dans les munitions ; seulement le calibre de balle 13,6 (avec 0,3 mm. de vent seulement) pourrait être fixé exactement à

$ad = \frac{7\ ab}{3}$; $ef = gh = 1,95$; $ai = bk = 5,1$; $ae = bh = 2,9$; $eh = 16,18$. Le poids de la balle est de 34,5 gr., la charge de 4,08 gr. Le vent n'est que de 0,146 mm. environ. Les trajectoires sont beaucoup moins rasantes que celles des autres armes allemandes, puisqu'à la distance de 800 pas de 77,88 cm. = 623 M, par exemple, il faut employer un angle de tir de 3° 10' environ. La tige a pour but d'ouvrir l'enveloppe de la poudre par la pression de manière à la faire sortir de la cartouche qui peut être introduite fermée dans le canon. Ce procédé entraîne une diminution considérable dans la précision qui, du reste, n'est pas très-grande, et de fréquents ratés. Si l'on ajoute encore à cela que la balle n'a pas la force nécessaire pour résister au transport, et que l'arme coûte 18 thalers = 31 1/2 florins, c'est-à-dire 20 % de plus que les fusils allemands du sud, la prochaine disparition d'un pareil modèle ne peut sembler que désirable dans l'intérêt militaire allemand, quoique ce fusil soit indubitablement, quant à sa construction, un modèle de solidité et d'élégance.

13,5 (avec 0,4 mm. de vent au moins) pour écarter toute difficulté en temps de guerre.

Les nombreuses modifications dans la construction des fusils et des balles autrichiennes, bavaroises, wurtembergeoises et hessoises ont donc eu pour suite immédiate une extension universelle des résultats qu'on peut obtenir avec le calibre unique adopté, et elles sont d'autant moins à blâmer, ou pour mieux dire, d'autant plus excusables, que les limites de l'unification technique n'ont pas été franchies, du moins en ce qu'elles ont de plus important.

D'un autre côté, il semble que le temps soit venu de relever dans toutes les expériences que l'on possède, les points auxquels est liée la plus haute efficacité du calibre unique et de considérer, en particulier, les constructions qui sont susceptibles d'être appliquées sans difficulté à tous les modèles existants.

D'abord, en ce qui touche aux dispositions extérieures du fusil, il est hors de doute que les hausses wurtembergeoises et hessoises avec un clapet tournant autour de la cheville-pivot sont les plus convenables; des hausses semblables pourraient aussi être adaptées aux armes autrichiennes et bavaroi-

ses. Le pas du fusil autrichien est trop faible; il en est de même — d'après notre opinion du moins — de la longueur du canon ; ces deux inconvénients, si l'on veut réellement les reconnaître comme tels, pourraient être écartés, au moins peu à peu, au fur et à mesure des nouveaux achats, d'autant plus que l'emploi de l'acier fondu permet l'établissement de canons plus légers, plus longs et pourtant d'une solidité suffisante.

Une chose qui semble très à désirer, c'est la parfaite égalité des balles et en particulier de leur calibre qui devrait être maintenu de 13,5 ou mieux encore de 13,4 mm. (vent 0,5 avec tolérance jusqu'à 0,7), afin de garantir dans tous les cas (même avec de petites différences de fabrication dans les munitions) la promptitude et la sûreté du chargement, au moins dans les limites auxquelles on peut atteindre pour les fusils qui se chargent par la bouche (1).

(1) Les différences actuelles, d'après ce que nous savons, sont les suivantes :

	Autriche,	Bavière,	Wurtemberg et Bade.	Hesse. Gr. Ducale.
Cal. de la balle	13,55	13,60	13,50	13,50
Cal. normal du canon	13,90	13,86	13,90	13,90
Poids de la balle	27,50	29,15	27,30	28,00
Charge	4,37	4,37	4,5	4,00

Pour la réception d'armes nouvelles de ce calibre, l'expé-

On peut arriver à obtenir une régularité et une intensité aussi grandes que possible du *forcement* de la balle, d'une part, au moyen de l'évidement étoilé, d'autre part, au moyen de la construction particulière de la *culasse* bavaroise. Cette dernière offre, en outre, l'avantage de favoriser l'obturation et la direction régulières de la balle d'une manière remarquable, même dans le cas d'un tir continué très-longtemps. Donc, puisqu'une adoption générale du système de Podewils (pour les culasses de tous les modèles du même calibre) ne présente pas la moindre difficulté pour les nouveaux achats (même au point de vue financier), puisqu'en outre cette mesure paraît être applicable sans de trop grands frais et sans trop d'embarras aux fusils et aux carabines déjà existants, cela conduit immédiatement à un nouvel examen approfondi du système en question.

Nous avons déjà décrit dans le 1er volume les

rience démontre qu'une faible tolérance d'environ 0,10 à 0,12 mm. est suffisante. Le fusil bavarois a un vent normal un peu plus faible et une balle qui pèse depuis 4 jusqu'à 5 °/o de plus que les autres armes. Il a été démontré, du reste, par les épreuves tant hollandaises que bavaroises, que les fusils-Podewils permettent parfaitement de porter le vent à 0,5 mm.

deux modèles du fusil Podewils rayé bavarois qui ne diffèrent entr'eux que par la disposition de la hausse. Il existe, en outre, comme 3me modèle, une carabine de même calibre, qui (avec et sans bayonnette) est de 10,46 cm. plus courte et (sans bayonnette) de 70 gr. ou (avec bayonnette) de 35 gr. plus légère que les fusils, dont elle ne diffère pas quant aux angles de hausse prescrits par l'instruction.

La Fig. 61, Pl. 8 représente au double de la grandeur naturelle la balle coulée qu'on emploie avec ces trois armes. La figure a été construite d'après le lever immédiat opéré par la direction de l'arsenal hessois Grand-ducal ; les chiffres qui l'accompagnent expriment des quarts de millimètre.

Les épreuves organisées dans ces deux dernières années par les autorités mentionnées, sous la direction de M. le colonel Muller, nous ont mis à même de compléter le compte rendu des observations hollandaises et de modifier en un point important, le jugement que nous avions porté antérieurement sur le système.

Ces épreuves ont montré d'une part :

1° Qu'il n'y a pas à craindre un trop fort encrassement et, par suite, un engorgement du canal de lumière brisé à angle droit et de l'étroite chambre

de la culasse bavaroise, puisqu'on n'a pas observé de raté pendant un feu prolongé sous l'influence de circonstances diverses.

2° Que le nettoyage du canal de lumière et de la chambre n'entraîne pas de difficultés particulières.

3° Que le dépôt des résidus dans l'âme est en général plus régulier (n'a pas lieu d'un seul côté) qu'avec la culasse ordinaire à inflammation latérale.

4° Que les effets du fusil rayé hessois (avec culasse ordinaire) se trouvent immédiatement augmentés par la transformation du canal de lumière d'après le système bavarois.

Il fut constaté d'autre part :

Que la balle hessoise à évidement étoilé (vol. I, pl. 9, fig. 56), fabriquée par compression procure, aussi bien avec la culasse ordinaire qu'avec la culasse bavaroise, un forcement un peu meilleur, et par suite aussi, une dispersion un peu moindre et une portée un peu plus longue ainsi qu'une tolérance de vent un peu plus grande que la balle à expansion bavaroise, qui avec le canal de lumière bavarois et un vent normal produit d'excellents effets, mais en revanche avec une culasse ordinaire

et un vent plus grand fournit des résultats un peu amoindris, quoique encore satisfaisants.

La dénomination de « *système* » dont on fait si souvent un usage abusif, s'applique parfaitement aux constructions bavaroises, car nous rencontrons ici une *relation* bien méditée, fondée sur l'inspection et l'observation physiques, entre l'organisation de l'arme et celle de la balle. Nous avions exprimé dans le premier volume des doutes sur la question de savoir si dans l'étude des effets de l'expansion on peut partir d'une supposition autre que celle de la pression régulière sur l'unité de la surface qui enveloppe les gaz. Mais il nous semble constaté maintenant qu'une augmentation et une régularité de l'expansion telles que celles qui ont lieu, comme le démontre l'expérience, avec la culasse bavaroise, ne peuvent s'expliquer d'une manière suffisante que par la pression centrale exercée au premier instant par les gaz qui se précipitent en avant, car avec l'inflammation latérale il est aussi impossible d'obtenir pour la balle bavaroise représentée fig. 61, pl. 8, un forcement entièrement exact et suffisant qu'un dépôt parfaitement régulier (n'ayant pas lieu d'un seul côté) des résidus. L'instant infiniment petit pendant lequel l'ex-

pansion s'accomplit entièrement, rend toutes les observations et toutes les hypothèses plus que difficiles, mais à part le fait spécial en question, il ne manque pas d'autres exemples de la manière toute particulière dont se comportent les corps explosifs relativement à la direction dans laquelle l'explosion progresse et agit (1).

(1) Les explosions accidentelles de poudre agissent souvent de préférence dans une direction unique motivée, à ce qu'il paraît, par le mode d'inflammation et par le premier jet des gaz et qui ne peut être expliquée uniquement par la disposition des parois enveloppantes. Ce phénomène se fait remarquer d'une manière plus frappante encore dans l'explosion des préparations fulminantes dont l'action destructive se propage et se maintient souvent rigoureusement dans une certaine direction, de sorte qu'elle peut presque être comparée à l'action d'un projectile. On peut mettre aussi dans la même catégorie, les expériences faites avec des canons de fusils troués, dans lesquels (d'après les documents qui nous sont parvenus là-dessus) la fuite des gaz par les ouvertures latérales n'est pas relativement très-considérable, parce que leur courant semble agir principalement dans le sens de la longueur du canon. Une observation faite par M. le colonel Podewils, présente un intérêt particulier et fournit une preuve directe de ce que nous avançons ici ; il a remarqué que l'enveloppe en papier présente parfois dans la partie appliquée contre le dessous de la balle une ouverture étroite, arrondie, à bords nettement tranchés, laquelle est percée par le jet des gaz au premier moment de leur action.

L'exemple du fusil suisse Prélat-Burnand nous montre que déjà la culasse brevetée ordinaire favorise l'expansion de la balle, pourvu seulement que le canal de lumière débouche dans l'axe de la chambre (1). Mais la disposition de la culasse bavaroise (fig. 10 et 11 de la pl. 10), offre sur la précédente l'avantage considérable d'assurer la formation d'un courant central régulier des gaz par l'existence d'une chambre cylindrique étroite, de profondeur suffisante. Une amélioration tout à fait du même genre, mais qui malgré sa simplicité n'en a pas moins son originalité et son prix, réside dans l'application de l'inflammation centrale à la culasse ordinaire. *La bonne direction du canal de lumière* est le moyen aussi simple que pratique à l'aide duquel on assure évidemment le succès. Le jet enflammé ne doit pas seulement être conduit dans la direction de l'axe de l'âme, mais encore être transmis sans obstacle et avec force dans cette direction.

En conséquence, le canal de lumière consiste :

1° dans le bras *ab*, large de 6,2 mm. et profond

(1) La balle Burnand avec son faible poids, son grand diamètre et son large évidement conique, ne recevrait pas une expansion suffisante pour son vent considérable avec une culasse ordinaire à inflammation latérale.

d'environ 13 mm., qui contient la quantité de poudre destinée à produire le jet central des gaz auquel il sert en même temps de conducteur; 2° dans le bras transversal plus étroit *bc*, qui n'a que 3,6 mm. de largeur, et forme le canal de lumière proprement dit. La largeur de l'ouverture de la cheminée va en diminuant *de haut en bas* de 2 à 1 mm.; la surface qui reçoit le choc est évasée sur une largeur de 4 mm., de sorte qu'il ne reste qu'une partie plane annulaire d'environ 0,75 mm. de large. La vis de canal qui ferme le canal de lumière en *c*, affleure extérieurement la surface du grain de lumière. Nous renvoyons pour de plus amples explications au petit écrit emprunté à la feuille hebdomadaire pour l'armée confédérée allemande, lequel a pour titre: « les armes à feu portatives rayées de l'infanterie royale confédérée. » (Darmstadt, Zernin, 1862.) où l'on donne une série d'exemples intéressants et en partie tout à fait convaincants de l'effet particulier du premier jet des gaz. Nous n'admettons pas à la vérité *toutes* les conséquences qu'on en a déduites (1), mais nous reconnaissons volontiers et

(1) Parmi certaines vues exposées dans cet écrit auxquelles nous *ne* pouvons donner notre assentiment, nous signalerons l'opinion émise, pag. 27, d'après laquelle « le

avec gratitude que l'on a ouvert là une nouvelle voie à l'observation et à la connaissance justes des propriétés, si peu étudiées jusqu'à ce jour, d'un gaz élastique agissant par impulsion.

Nous puisons à une source tout à fait digne de confiance les résultats que nous communiquons ci-après ; ils proviennent d'une nouvelle épreuve de tir du fusil rayé bavarois embrassant toutes les distances depuis 100 jusqu'à 1000 pas, avec la balle coulée (2) et 4,37 gr. de charge.

moment d'inertie cesse de compter au nombre des conditions principales, etc., » car alors il faudrait, comme conséquence rationnelle, que la balle bavaroise fut *plus légère* et non *plus lourde* que les autres projectiles à expansion de ce calibre.

(2) Les effets des balles fabriquées par compression pour les armes bavaroises, ne surpassent pas ceux de la balle coulée qui sont excellents, mais ils leur restent plutôt un peu inférieurs. Cela trouve son explication d'une part dans les imperfections des machines à compression qui fournissent quelquefois des balles dont le calibre et la section transversale présentent des irrégularités, dont les deux moitiés sont mal placées, etc. D'autre part peut-être dans la plus grande compacité du plomb comprimé qui est moins favorable à l'expansion *vu la forte épaisseur des parois de la balle.* L'introduction de matrices fermées et d'un évidement angulaire pourrait peut-être augmenter encore les excellents résultats déjà obtenus avec ce système. La pesanteur spécifique du plomb, n'est pas, à vrai dire, changée par la compression, mais il peut néanmoins devenir un peu plus résistant

(Le projectile *obtenu par compression*, représenté dans la fig. 1 de la pl. 10, a dans sa forme la plus nouvelle les dimensions *réglementaires* suivantes en mm. :

Diamètre 13,6 ; hauteur totale 23,8 ; hauteur de la partie cylindrique 6,8 ; profondeur de l'évidement 6,8 ; diamètres de l'évidement 5,49 et 4,97 ; diamètre du tronquement plan de la pointe 5,23 ; poids 29,16 gr. La forme convexe des surfaces sur lesquelles s'opère le choc, c'est-à-dire du fond de l'évidement et de la base de la balle, doit empêcher la déformation de cette dernière à sa partie inférieure. On croit avoir observé que les surfaces planes sont rendues concaves par le choc des gaz et donnent lieu ainsi à une déformation de la balle par la pénétration (compression) de la partie postérieure ; d'autres observations nous ont fourni des motifs qui nous empêchent de nous rallier à cette opinion d'une manière *absolue*. Il paraît que l'action centrale du courant des gaz dans la culasse bavaroise fait ressortir d'une manière plus saillante le phénomène observé là).

parce que toutes les soufflures et inégalités de structure intérieure, même les plus plus petites, disparaissent par cette opération.

Données relatives à la dispersion du fusil d'infanterie bavarois.

(Calculées à l'aide des listes des coups et contrôlées sur les figures de cibles.)

Tous les écarts sont exprimés en cm., avec les notations de Didion.

Table 1.

DISTANCE	ÉCART MOYEN.			ÉCART MOYEN QUADRATIQUE.			RAYON DU CERCLE contenant	
en pas de 73 cm.	Horizontal. H	Vertical. K	Absolu. L	Horizontal. h	Vertical. k	Absolu. l	la moitié des coups.	la totalité des coups.
100 (73 M)	3,13	3,00	4,96	3,69	3,66	5,20	5,38	7,07
200 (146 »)	7,50	6,60	10,91	8,79	7,70	11,68	11,40	17,03
300 (219 »)	11,80	9,80	17,02	14,32	12,18	18,80	15,40	31,26
400 (292 »)	11,50	15,33	20,91	14,21	17,38	22,45	21,54	32,80
500 (365 »)	17,91	17,91	28,05	22,68	19,97	30,23	26,35	57,24
600 (438 »)	21,9	24,25	35,92	27,34	28,88	39,77	37,36	68,96
700 (511 »)	31,11	21,73	42,87	37,82	27,94	47,03	42,55	97,13
800 (584 »)	30,26	33,12	40,98	36,92	38,68	53,47	47,85	82,97
900 (657 »)	35,48	42,16	63,96	44,37	50,65	67,34	64,5	130,13
1000 (730 »)	49,46	48,56	75,59	58,81	60,44	84,33	76,79	134,84

Les données précédentes sont le résultat de 360 coups répartis de la manière suivante :

A 100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	pas.
15	20	25	30	35	40	45	50	50	50	coups.

Ces nombres relativement faibles trouvés pour les diverses données de la dispersion approchent déjà d'une manière satisfaisante de leurs valeurs théoriques. $R_{0,5}$ qui devrait être en réalité un peu plus petit que L est un peu plus grand pour 6 des distances considérées ; cela s'explique par la grande précision de l'arme : les coups situés en dehors du rayon $R_{0,5}$ sont encore groupés si près de ce cercle intérieur de dispersion, les rayons des cercles qui renferment *tous* les coups sont si extraordinairement petits que les valeurs calculées pour les écarts moyens sont proportionnellement faibles.

Pour un plus grand nombre de coups le cercle extérieur de dispersion s'agrandirait un peu à toutes les distances, mais la table 1 qui précède, jointe à la table 2 qui va suivre et qui a été déduite de la même épreuve de tir offre l'exemple d'une précision atteignant pour le moins le maximum que l'on peut désirer.

La pl. 10 montre, dans les fig. 13 et 14, combien la dispersion est faible, même aux distances anormales de 2000 et 2500 pas. Ces résultats ont été obtenus en 1858 par la commission royale bavaroise pour l'épreuve des armes à feu portatives, lorsqu'on détermina la longueur normale des champs de tir et les limites de la zône dangereuse sur la ligne de tir pour les nouveaux fusils. Les *portées maximum* ainsi déterminées furent les suivantes :

a. pour le fusil lisse de gros calibre, 1400 pas (de 03 cm.)
b. pour la carabine à tige bavaroise m. 1848, environ 2200 pas.
c. pour la carabine à tige bavaroise m. 1854, environ 2300 pas.
d. pour le nouveau *fusil Podewils*, un peu plus de 3100 pas.

Des planches de pin épaisses d'un pouce furent encore traversées avec une régularité parfaite à la distance de 2500 pas par la balle Podewils ; un de ces projectiles pénétra encore d'environ 8 cm. dans la terre à 3100 pas ; un autre qui frappa à la même distance, la pointe en avant, contre une pierre, fut

aplati régulièrement jusqu'en son milieu. Il est donc hors de doute que la balle conserve encore à la fin de sa plus grande portée une puissance d'action suffisante pour tuer un homme.

Table 2.

Précision du tir du fusil d'infanterie bavarois

contre diverses surfaces de forme carrée

(Déduite immédiatement des figures de cible.)

Distance pas (M.)	Coups pour cent directs dans un carré dont le côté = cm. 20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260 cm.
100 (73)	100												
200 (146)	50	100											
300 (219)	32	80	96	100									
400 (292)	20,0	56,6	93,3	100									
500 (365)	5,7	40,0	71,4	85,7	88,5	100							
600 (438)	12,5	22,5	37,5	70,0	87,5	97,5	100						
700 (511)	2,2	20,0	28,8	55,5	77,7	88,8	95,5	95,5	97,7	100			
800 (584)	2	6	20	40	70	82	90	98	100				
900 (657)	2	10	12	28	40	58	72	84	86	94	100		
1000 (730)	2	12	18	20	38	44	48	60	70	82	90	96	100

Trajectoires du fusil d'infanterie bavarois.

D'après l'épreuve de tir la plus récente.

(Hauteur de fantassin 1,8 M.; hauteur de cavalier 2,5 M.; hauteur du point visé 1 M.)

Table 3.

Distance. Pas de 73 cm.	Distance. Mètres.	Hauteur de chute en mètres.	Angles de hausse.	Élévation de la trajectoire au-dessus de la ligne de mire à : 100 pas.	200 pas.	300 pas.	400 pas.	500 pas.	600 pas.	700 pas.	800 pas.	900 pas.	1000 pas.	Espaces battus en mètres. En avant du but. Fantassin.	Cavalier.	En arrière du but.
				M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.			
100	73	0,34	0° 16′ 8″	0	—0,54									73	73	103,20
200	146	1,21	0° 28′ 58″	0,27	0	—0,84								146	146	81,87
300	219	2,67	0° 42′ 15″	0,55	0,57	0	—1,18							219	219	61,86
400	292	4,74	0° 56′ 3″	0,84	1,16	0,88	0	—1,53						66,36	292	47,71
500	365	7,45	1° 10′ 26″	1,15	1,77	1,80	1,22	0	—1,93					47,8	108,2	37,8
600	438	10,87	1° 25′ 30″	1,47	2,41	2,76	2,51	1,61	0	—2,36				36,2	68,0	30,9
700	511	15,04	1° 41′ 22″	1,81	3,09	3,78	3,85	3,29	2,02	0	—2,96			28,9	54,2	24,6
800	584	20,05	1° 58′ 6″	2,17	3,80	4,85	5,28	5,08	4,17	2,50	0	—3,39		23,4	43,8	21,5
900	657	25,95	2° 15′ 49″	2,54	4,56	5,98	6,79	6,96	6,43	5,14	3,02	0	—3,98	19,3	36,2	18,3
1000	730	32,81	2° 34′ 37″	2,94	5,35	7,17	8,38	8,95	8,82	7,93	6,20	3,58	0	16,3	30,5	15,6

N.-B. La trajectoire pour la distance de 1000 pas s'abaisse à 1100 pas de 4,67 M. au-dessous de la ligne de mire.

On trouva en outre :

	à	1100	1200	1300	1400 pas.
	=	803	876	949	1022 mètres.
Les hauteurs de chute.		40,77	49,90	60,30	72,12 mètres.
Les angles de hausse		2°54'34"	3°15'47"	3°38'21"	4°2'22".

Pour les effets de percussion, les nombres donnés d'après les épreuves bavaroises sont les suivants :

à 400	600	800	1000	1200	2500 pas de 73 cm.
6	5,6	4,9	4,4	3,9	1,0

l'unité étant une planche de sapin mou, épaisse de 24,3 mm. Ces résultats s'accordent assez bien avec ceux du plus petit calibre, si l'on tient compte de la différence de la mesure du pas et des autres différences dans la manière d'expérimenter.

Si l'on compare les données précédentes de la table 3 (qui sont représentées dans la fig. 12 de la pl. 10), avec les résultats des épreuves hessoises, hollandaises, suisses, etc. On reconnaît :

1° Que les trajectoires du fusil Podewils sont plus tendues que celles des armes de guerre françaises, russes, anglaises, prussiennes de plus grand

diamètre et que celles du fusil autrichien avec la balle à compression comme aussi du fusil Sauerbrey à peu près du même calibre.

2° Qu'elles sont assez identiques avec les trajectoires du fusil hessois de même calibre avec la balle expansive à évidement étoilé. Abstraction faite des petites différences de l'observation, les trajectoires du projectile bavarois semblent ne différer de celles du projectile hessois que parce que le premier, en raison de son poids plus grand de 4 °/₀, offre une vitesse initiale moindre (de très-peu), et un pouvoir persistant un peu plus grand, de telle sorte que, par exemple, la trajectoire pour la distance de 1000 pas est relativement un peu plus courbe dans sa branche montante et un peu moins dans sa branche descendante que celle du projectile hessois.

(La suite au prochain numéro.)

THÉORIE ET CONSTRUCTION GÉNÉRALE

DES

CANONS RAYÉS

Par **André Rutzky**, lieutenant au premier régiment d'artillerie de côte, traduit de l'allemand par Maurice Séebold, ingénieur.

DEUXIÈME PARTIE.

STRUCTURE EXTÉRIEURE DES CANONS RAYÉS.

(Suite. — Voir le numéro d'août, page 292).

LIX. — Distribution du métal dans la fabrication des canons pour en augmenter la résistance.

Du précédent chapitre, il ressort donc que, par une grande pression intérieure, les tensions dans les diverses couches de métal peuvent considérablement varier, et que, par conséquent, la résistance du métal est très-inégalement éprouvée; on a vu de même que la tension produite dans les diverses couches par la pression intérieure dépend,

dans une certaine mesure, de la distance à laquelle elles sont du point de centre ou de l'axe du forage (équation 2).

Il se présente donc ce problème : *Construire le canon dans un tel état d'équilibre de métal, que les tensions produites par la pression intérieure complètent, dans le changement de l'équilibre, les tensions existant déjà, de telle sorte que la somme en soit constante.*

Mais comme dans le métal des canons fondus et dans celui des canons forgés d'une seule pièce ces tensions originaires n'existent pas, on a cherché à les produire en calant sur le calibre des rondelles superposées, ou en enveloppant le calibre de fil de fer maintenu pendant l'opération en tension suffisante. (1)

Les canons Armstrong et Whitworth sont fabriqués d'après le premier système, et le deuxième fut proposé par Longridge, mais n'a pas encore été appliqué en grand.

Pour faciliter à bien comprendre la théorie de la construction des canons par rapport à la plus grande résistance suivant la distribution des cou-

(1) *Journal of the united service Institution*, 1859, vol. III, N° IX, *Construction des canons*, etc., par Longridge.

ches de métal, il sera bon d'étudier les rapports de tensions qui existent dans un canon quelconque de dimensions données.

La *fig.* 66, représente dans ce but une partie de la coupe d'un canon fondu, dont le rayon d'âme AC = 3 pouces, et dont l'épaisseur de paroi AB = 4 pouces.

Le degré de tension des couches métalliques entre la limite intérieure EAF et la limite extérieure GBD, est indiqué entre A et B par des ordonnées qui, établies dans les points de cette ligne, représentent au-dessus de AB une tension, et au-dessous une compression.

En admettant la résistance du métal de 300 quintaux par pouce carré de section, la tension dans le point A peut être représentée par AH = 300 quintaux.

En calculant ensuite (d'après l'équation 2), chapitre 55, les diverses tensions dans les couches métalliques entre A et B, on obtiendra pour x = CJ = 5 pouces, pour y = JK = 108 quintaux, etc., et pour x = CB = 7 pouces, y = BL = 55.1 quintaux. En reliant les points finals HKL des ordonnées AH, JK, BL, etc., on obtiendra la courbe HKL, représentant la plus grande résistance que le

canon peut opposer à une pression intérieure. La superficie de cette courbe donne la somme des tensions à la limite de la rupture de la pièce. Elle est, suivant l'équation 5), $s = mr.\frac{x-r}{x} = 514.3$ quintaux.

Si le métal était affecté uniformément dans toutes ses parties, la résistance serait de $300 \times 4 = 1200$ quintaux.

On voit par là, que, dans ce canon, il n'y a que la moitié de la résistance totale du métal qui rende un effet utile.

Nous trouvons, dans les essais faits aux États-Unis en octobre 1844 par le major *Wade* en se servant de la pression hydraulique, une preuve positive que les canons dont les parties intérieures se dilatent plus que les couches extérieures du métal sous l'influence d'une pression intérieure, possèdent une résistance moindre que ceux dont les parties peuvent se dilater uniformément.

On verra dans le tableau ci-après le résultat de ces essais.

ESPÈCE DU CANON.		Résistance absolue par pouce carré obtenue par la machine d'essai.	RÉSISTANCE DE LA FONTE par pouce carré sous la pression hydraulique.		Epaisseur de paroi exprimée en parties du rayon de l'âme.	Rapport de la résistance sous la pression hydraulique à la résistance absolue du métal.
			Dans l'âme.	Par unité de surface de section.		
		LIVRES.				
Pièces en fonte.	Canon de 18 n° 1	23826	7841	7841	1.000	0.329
	Canon de 18 n° 2	19343	8590	5298	1.621	0.273
	Canon de 6	28946	10802	21604	0.500	0.742
			17424	17424	1.000	0.602

Dans ce tableau on a déterminé la résistance du métal à la pression hydraulique par pouce carré de surface de section d'après l'équation I) chapitre 57. $m = \frac{rq}{\delta}$.

La première pièce éclata sous une pression hydraulique de 7841 livres par pouce carré, tandis que la résistance absolue de la fonte de cette pièce était de 23,826 livres par pouce carré, et qu'elle n'aurait dû éclater que sous une pression équivalente.

La deuxième pièce, d'une épaisseur de parois de 1.621 r, éclata sous une pression de 5298 livres, tandis que le coefficient de rupture de son métal, constaté par l'appareil, était de $m = 19,342$ livres. On voit de même, par le précédent tableau, que le canon de 6, d'une épaisseur de paroi de 1/4 de calibre, exigea pour la rupture une pression de 10,802 livres par pouce carré, et qu'une augmentation de pression de 6622 livres par pouce carré, a suffi pour faire éclater un canon de double épaisseur de paroi. En doublant l'épaisseur de la paroi, on n'augmente la résistance de la pièce que de 5/8 de la mesure primitive.

Nous trouvons donc que la résistance du canon ayant une épaisseur de paroi de 1/4 de calibre était 0,742 du coefficient de rupture du métal employé, et que la résistance du même canon décroissait par rapport au coefficient en doublant l'épaisseur

de la paroi, c'est-à-dire que la résistance du canon ayant une épaisseur de 1/2 calibre, n'était que de 0,6 du coefficient de rupture en employant le même métal : ce qui se comprend d'après le développement de la théorie précédente.

Il s'agit donc principalement d'établir entre les différentes couches de métal un rapport de tension tel, que, sous une pression intérieure, chaque couche soit également affectée, et il faudra donc, pour atteindre ce but, dès le commencement, comprimer les couches de métal suivant leur degré de tension, afin que par la pression intérieure des gaz, les tensions réelles deviennent uniformes, et que par là chaque couche puisse offrir proportionnellement à cette tension la plus grande résistance possible.

Par un enroulement rationnel des couches de métal, on peut comprimer les couches intérieures par les couches extérieures, qui, par cette opération, s'allongeront. La courbe MJN représente les rapports de compression et de dilatation des couches avant le tir. Les couches entre A J sont comprimées; les autres entre B J nécessairement allongées. La plus grande mesure de la compression est AM et celle de la dilatation BN. Le point neutre J ne subit

ni compression, ni tension. Au moment de l'explosion de la poudre, la compression existante dans les courbes intérieures AM est d'abord vaincue, et il se produit la tension AH; la mesure de la résistance est donc de AM + AH = MH, et il en est de même pour toutes les couches entre AJ.

A l'extérieur, près B, la tension existante par la compression des couches intérieures est de BN, et celle causée par l'explosion de la poudre, de BL. La mesure de la tension totale est donc de BN + BL, et la mesure de la résistance de BO, dont les parties BN + BL deviennent seules actives.

Pour obtenir la plus grande résistance possible du canon à construire (résistance relative suivant le métal employé), il faut inévitablement le construire de telle sorte que les couches au moment de la plus grande pression intérieure participent uniformément à la résistance. Il s'agira donc avant tout, dans ce cas, de déterminer la courbe MJN indiquant la mesure de la compression pour les couches intérieures, et la mesure de la tension existant dans les couches extérieures, pour pouvoir établir artificiellement ces rapports de compression et de tension dans les couches de métal.

Afin de mieux faire comprendre notre sujet,

nous allons déterminer cette courbe, pour le canon vu en coupe et représenté par la fig. 66. Le métal de ce canon, épais de quatre pouces, pourrait, comme nous l'avons déjà dit, offrir une résistance de 1200 quintaux, mais par la distribution *naturelle* de ses couches, il n'utilise que 514.3 quintaux de sa résistance absolue. Déterminant de l'équation 5)

$$s = mr\,\frac{x-r}{x}$$

la plus grande pression intérieure, s devant être 1200, on trouvera pour les valeurs données de $r = 3$ pouces et $x = 7$ pouces. La valeur $m = 700$. Il faudrait donc que la couche de métal en A tint l'équilibre à une tension de 700 quintaux.

Comme cette couche supporte dès l'origine une tension de 300 quintaux, pour qu'elle puisse résister à une tension de 700, il faudra l'exposer à une compression de 400 quintaux. On devra donc mettre la ligne AM = 400, ou comme HA = 300 on mettra la ligne HM = 700 en choisissant la

ligne HO pour axe des abscisses de la courbe. A l'aide de l'équation

$$m' = \frac{r^2}{x^2} m$$

on pourra déterminer les ordonnées *ab*, *c*J, ON de la courbe en introduisant successivement r + H*a*, r + H*c*, r + HO, pour les valeurs $m = 700$, $r =$ 3 pouces et x,

Pour r + HO = 7 pouces ou reçoit par exemple m' = NO = 128.57 quintaux. Le point J se trouve par l'équation :

$$cJ = m' = 300$$

et par suite :

$$m' = \frac{r^2}{x^2} m,\ x = r + \mathrm{H}c = r\sqrt{\frac{m}{m'}} = 4.5 \text{ pouces.}$$

donc

$$\mathrm{H}c = 1{\cdot}5 \text{ pouces.}$$

De cette manière on peut déterminer un point quelconque de la courbe MJN. La superficie limitée par la courbe est donc HMJNOH $= s = mr \frac{x-r}{x} = 1200$.

Comme la superficie du rectangle HABO est aussi 1200, la surface AMJA doit être équivalente à la surface BNJB, c'est-à-dire la somme des compressions dans les couches de métal entre A et J est égale à la somme des tensions entre les couches J et B.

Pour construire le canon, d'après cette théorie, il faut établir le tube en plusieurs couches, on se sert ordinairement de rondelles en fer forgé, enroulées de façon à produire la compression voulue. Pour cela, il faut que le diamètre intérieur de chaque rondelle soit un peu plus petit que le diamètre extérieur de la précédente sur laquelle elle doit être enroulée. La différence de ces diamètres doit être proportionnelle à la tension produite par les gaz dans chaque couche de métal représentée par les rondelles ou anneaux. La détermination de cette différence dépendra principalement de la tension et de la résistance ou élasticité du métal employé.

On peut. par l'application de la chaleur, enrou-

ler une rondelle ou un cylindre creux sur un autre dont le diamètre extérieur est plus grand que le diamètre intérieur du premier, car la chaleur dilate celui-ci, et monté sur l'autre il se produit un rétrécissement par son refroidissement qui détermine une compression du cylindre intérieur. Cette manière d'opérer toutefois nous laisse toujours un peu d'incertitude sur la mesure de la compression, le métal par l'application de la chaleur et sous une pression quelconque changeant, comme on le sait sa forme et ses dimensions.

Il sera donc mieux d'assembler les deux cylindres en donnant à la surface du cylindre intérieur et à la partie intérieure du cylindre extérieur un léger cône dans le sens longitudinal, et en les pressant l'un sur l'autre par la force hydraulique. Nous avons mentionné, chapitre 56, l'application de ce principe dans la fabrication des canons Whitworth de 80.

Une troisième méthode d'enrouler les cylindres les uns sur les autres consiste à les visser l'un dans l'autre en chauffant toujours préalablement le cylindre extérieur. Dans un canon construit de cette manière on peut remplacer un tube endommagé.

Par l'application de tubes ou cylindres superposés, il résultera dans chaque tube les mêmes rapports de tension que dans un canon fait d'une seule pièce, et il faudra donc, pour parer à cet inconvénient faire ces tubes d'une épaisseur très-minime ou prendre un seul tube formant l'âme du canon et l'entourer de fil d'acier soumis pendant l'opération à la tension voulue et mesurée par un dynamomètre.

C'est là le projet de l'ingénieur anglais Longridge. Lui-même a fait des essais avec des tubes en bronze et en fonte entourés de fil d'acier, et ces essais ont pleinement confirmé l'accroissement de résistance de ces cylindres par rapport à ceux faits de toute autre manière.

L'inconvénient principal qu'offre ce système de fabrication est la difficulté de bien attacher le fil d'acier et de former un fond d'âme suffisamment solide. On peut bien souder les fils et relier la culasse par des liens solides, mais il reste à savoir si, dans cet état, la pièce possède les qualités nécessaires pour le service.

On peut de même fondre des pièces en fer d'après cette théorie. Il est reconnu que la fonte en se refroidissant se rétrécit, et que par là peuvent

naître dans une pièce fondue d'une certaine forme et refroidie inégalement, des tensions capables de déterminer la rupture de la pièce. Dans les canons en fonte refroidis extérieurement, les parties intérieures se trouvent dans un état de dilatation, parce que leur rétrécissement se trouve empêché par les couches extérieures déjà refroidies. Il en résulte *que les canons fondus et refroidis de cette manière se trouvent dans des rapports de tension presque identiques à ceux de la plus grande résistance, mais dans le sens inverse.*

Reconnaissant la justesse de cette théorie dans les États-Unis de l'Amérique du Nord, on a fondu des canons sur un noyau froid, et, pendant le refroidissement, on a maintenu ce noyau à sa température primitive en y laissant circuler de l'eau froide, tandis que la surface extérieure de la pièce fut maintenue à une température élevée. Par ce procédé, on obtient des tensions inverses de celles mentionnées ci-dessus et par un traitement rationnel on peut arriver à établir les tensions et compressions voulues.

Les essais faits avec des canons fondus, suivant cette méthode, inventée par le lieutenant Rodman, ont démontré que la durée de ces pièces se rap-

porte à celle des canons fondus d'après le système ordinaire comme 11 : 1.

LX. — RÉSISTANCE DU MÉTAL CONTRE LA RUPTURE PAR SECTION DU CANON ET CONTRE L'ENFONCEMENT DU FOND DE L'AME.

Le canon, sous la pression intérieure des gaz est non-seulement exposé à la rupture en sens longitudinal, mais aussi en sens transversal et perpendiculairement à l'axe du forage, ce qui est à considérer, surtout dans les canons rayés où le projectile rencontrant dans les rayures une certaine résistance qui retarde son mouvement de translation, forme pour ainsi dire un point d'appui à la rupture, tandis que le fond de l'âme représente l'autre. On peut dans ce cas, pour déterminer la tendance à la rupture par section, regarder le canon comme un tube fermé des deux bouts, et calculer la résistance du métal à la rupture en sens transversal et perpendiculairement à l'axe du forage.

Désignons dans ce but par R le rayon extérieur d'un tube cylindrique fermé, représenté fig. 67, et par r le rayon intérieur; par m le coefficient de la résistance absolue par unité de surface de rup-

ture, et par q la pression des gaz par unité de surface de section, nous aurons comme pression des gaz sur la section du forage :

$$\pi r^2 q.$$

La section d'un tube cylindrique est comme nous savons :

$$\pi (R^2 - r^2)$$

et par là la résistance du métal à la rupture dans cette section :

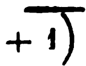
$$\pi m (R^2 - r^2),$$

ou si l'épaisseur de la paroi est représentée par $\delta = R - r$:

$$2 \pi r m \delta$$

Pour déterminer la rupture, il faut que la pres-

ıpture suivant la



ι :

$$\jmath = \frac{rq}{2m}.$$

ırant ces formules à l'équation 1) du ,7, on trouvera que l'épaisseur de paroi ıa rupture en sens longitudinal dans des .ıions identiques, doit être presque le double celle contre la rupture suivant la section transversale du canon.

Il résulte de même de l'équation 1) du chapitre 57 :

$$q = m\left(\frac{R}{r} - 1\right)$$

et de la formule 7) :

$$q = m\left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right),$$

porte à celle des canons fondus d'· ance du ordinaire comme 11 : 1.

).

LX. — RÉSISTANCE DU MÉTAL
DU CANON ET CONTRE L'

., la mesure de la plus
tube à la rupture par section
Le canon, perpendiculaire à l'axe du forage
non-seuler
tudinal
dicu

$$y = m \frac{R^2 - r^2}{r^2} = m \left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right), \quad . . . (7$$

ou de l'équation :

$$\pi r^2 y = 2 \pi r m \delta$$

elle est d'environ :

$$y = 2 m \frac{\delta}{r}. \quad . . . . (8$$

De ces formules résulte directement l'épaisseur de paroi δ pour une pression donnée y, sans don-

une sécurité contre la rupture suivant la

$$\frac{rq}{m\left(\frac{R}{r}+1\right)}$$

oximativement :

VI) $\delta=\frac{rq}{2m}$.

En comparant ces formules à l'équation I) du chapitre 57, on trouvera que l'épaisseur de paroi contre la rupture en sens longitudinal dans des conditions identiques, doit être presque le double de celle contre la rupture suivant la section transversale du canon.

Il résulte de même de l'équation I) du chapitre 57 :

$$q=m\left(\frac{R}{r}-1\right)$$

et de la formule 7) :

$$q=m\left(\frac{R^2}{r^2}-1\right),$$

sion des gaz soit au moins égale à la résistance du métal, donc :

$$\pi r^2 q = \pi m (R^2 - r^2).$$

D'après cette équation, la mesure de la plus grande résistance du tube à la rupture par section et dans le sens perpendiculaire à l'axe du forage est de :

$$q = m \frac{R^2 - r^2}{r^2} = m \left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right), \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

ou de l'équation :

$$\pi r^2 q = 2 \pi r m \delta$$

elle est d'environ :

$$q = 2 m \frac{\delta}{r}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8$$

De ces formules résulte directement l'épaisseur de paroi δ pour une pression donnée q, sans don-

ner aucune sécurité contre la rupture suivant la section :

$$\text{V)} \qquad \frac{rq}{m\left(\frac{R}{r}+1\right)}$$

ou approximativement :

$$\text{VI)} \qquad \delta = \frac{rq}{2m}.$$

En comparant ces formules à l'équation I) du chapitre 57, on trouvera que l'épaisseur de paroi contre la rupture en sens longitudinal dans des conditions identiques, doit être presque le double de celle contre la rupture suivant la section transversale du canon.

Il résulte de même de l'équation I) du chapitre 57 :

$$q = m\left(\frac{R}{r} - 1\right)$$

et de la formule 7) :

$$q = m\left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right),$$

vu que $\frac{R}{r}$ est toujours plus grand que *un*, que la pression des gaz cherche d'abord à déterminer la rupture en sens longitudinal, et qu'elle devrait augmenter considérablement pour déterminer la rupture en sens transversal et suivant la section du canon.

Pour empêcher que le fond de l'âme ne soit enfoncé par la pression des gaz, il doit offrir une résistance plus qu'égale à cette pression $\pi r^2 q$.

Supposons le fond de l'âme d'une seule pièce avec le canon, nous aurons la résistance de la surface de rupture *abcd*, contre l'arrachement, fig. 68 :

$$2\pi r m \delta,$$

en désignant toujours par m le coefficient de la résistance absolue ; par $a b = \delta$ l'épaisseur de paroi au point de rupture, et par r le rayon de l'âme.

Cette résistance devant égaler la pression des gaz nous aurons :

$$\pi r^2 q = 2\, 2\pi r m \delta ;$$

d'où suit :

$$q = \frac{2m\delta}{r} \text{. . . . . } 9)$$

ou de même :

$$\text{VII)} \qquad \delta = \frac{rq}{2m}.$$

Il suffit, comme on voit par ces formules, pour empêcher l'arrachement du fond de l'âme, d'une épaisseur moitié moins forte que celle contre la rupture de la pièce en sens longitudinal, mais on donne dans la pratique une épaisseur plus forte à la culasse pour les raisons du recul et du poids sur le coin de mire.

LXI — CAUSES QUI, DANS LA PRATIQUE DEMANDENT UNE ÉPAISSEUR DE PAROI PLUS FORTE QUE CELLE TROUVÉE PAR LES FORMULES ÉTABLIES.

En établissant les formules des précédents chapitres pour la détermination des différentes épaisseurs de paroi d'un canon, on supposa la résis-

tance du métal égale à la pression des gaz, de sorte que la rupture du canon pouvait bien avoir lieu ; mais comme il s'agit de construire les canons pour une longue durée et offrant une sécurité parfaite contre la rupture, il est clair que les épaisseurs trouvées par les formules doivent être augmentées dans une certaine mesure, résultat de l'expérience, ou que le coefficient de la résistance du métal doit être diminué pour une valeur déterminée comme nous l'avons déjà démontré au chapitre 57.

En dehors de la pression des gaz sur les parois, il reste encore à considérer la pression ou le choc que le projectile exerce avec ses ailettes sur les flancs directeurs des rayures pendant son mouvement dans l'âme. Il suffira pour tenir compte de ces chocs dans le calcul de l'épaisseur à donner aux parois d'additionner à la pression des gaz $Q = \pi r^2 q$, la pression totale des ailettes du projectile sur les flancs directeurs des rayures.

Pour la détermination de cette augmentation nécessaire de l'épaisseur des parois, l'expérience nous donne quelques points de base.

1.) Le métal, suivant sa résistance, son élasticité, sa dureté, etc., commence déjà à se dilater avec

une charge moitié moins forte que celle qui déterminerait la rupture de la pièce ; pour assurer donc au canon sa forme et ses dimensions, il faut au moins doubler l'épaisseur des parois, et si on veut donner à la pièce une longue durée, il faut même tripler l'épaisseur trouvée par notre calcul. Au lieu de cette augmentation on a l'habitude de diminuer le coefficient de la résistance absolue m, et de ne porter en calcul que $\frac{1}{3}m$ ou même seulement $\frac{1}{4}m$.

2.) Si la pièce tire avec jeu il faut, tenant compte des secousses et battements du projectile dans l'âme, augmenter l'épaisseur de la paroi vers la bouche du canon.

3.) Les défauts de fabrication exigent de même une augmentation d'épaisseur là où ils peuvent le plus facilement se produire. Ces défauts se produisent notamment dans les pièces en fonte et surtout si le refroidissement a lieu d'une manière irrégulière.

Le refroidissement extérieur est surtout irrégulier aux endroits des saillies, c'est-à-dire à la partie des tourillons et des anses, ce qui fait qu'à ces endroits le coefficient de la résistance absolue du métal est inférieur à celui des autres parties.

Dans les canons en bronze il se forme, par l'inégalité du refroidissement dans les parties épaisses de la paroi, des taches d'étain et des endroits poreux. Dans les pièces en fonte le carbone qui se lie chimiquement avec le fer dans des proportions différentes, suivant le degré de la température et la manière de refroidissement, le carbone, disons-nous, paraît produire des parties de fonte d'une résistance plus ou moins grande. Aussi prétend-on que les variations de résistance dans le métal fondu proviennent de l'agrégation des cristaux.

Les axes principales des cristaux doivent se placer perpendiculairement aux faces qui, dans l'opération du refroidissement permettent à la chaleur de s'échapper. La résistance sera donc diminuée aux endroits où, par suite des faces courbes ou des saillies, les axes des cristaux forment entre-elles un angle quelconque.

En général nous trouvons, comme nous l'avons déjà mentionné, les parties les plus faibles aux endroits où les rapports de tension des couches de métal déterminent un décrosisement de résistance. Ce sont là les causes de la résistance variable et irrégulière des parties de dimensions différentes,

comme les tourillons, les anses, le bouton de la culasse, etc.

Les tourillons supportent en plus, au moment du tir, des chocs et des secousses qui nécessitent un renforcement, et on donnera donc à cette partie du canon une épaisseur plus grande que celle strictement exigée par la théorie.

4.) En augmentant les épaisseurs de la paroi vers la bouche du canon et à la partie des anses, il est inévitablement nécessaire d'augmenter aussi l'épaisseur de la culasse, afin d'obtenir pour la conservation de l'appareil de mire la prépondérance exigée pour les pièces de siége, qui doivent avoir le centre de gravité assez en arrière pour permettre à la bouche d'entrer suffisamment et avec sécurité dans les meurtrières.

5.) Il faut enfin proportionner les épaisseurs des parois, de telle sorte que l'on obtienne un poids total convenable, *car c'est seulement par un poids suffisant du canon que l'on évite les effets nuisibles du recul, et que l'on parvient à une conservation rationnelle de l'appareil de mire et de l'affût.*

Désignant par m la masse du projectile; par V sa vitesse primitive; par M la masse du canon, et

par v la vitesse primitive du recul, nous trouverons approximativement :

$$mV = Mv.$$

Plus M sera grand, plus v deviendra petit.

L'effet du recul sur l'affût se traduit par Mv^2, et on voit donc jusqu'à quel point il est avantageux pour la diminution du recul et pour la conservation de l'affût, d'augmenter la masse M de la pièce autant que faire se peut.

Il est certainement très-séduisant de construire des canons légers en choisissant un métal d'une grande cohésion, comme par exemple le fer forgé ou l'acier fondu, mais on devra toujours tenir compte des inconvénients qu'entraîne le peu de pesanteur du canon pour la conservation de l'affût, et plus le canon est léger, plus l'affût doit être fort et massif, si on veut limiter le recul à une certaine mesure ; cependant on n'arrivera pas, dans tous les cas, à paralyser les effets nuisibles du recul sur l'affût en donnant à celui-ci de fortes dimensions.

Comme la longueur d'un canon étant donnée, son poids dépend de l'épaisseur des parois, on devra, une fois les exigences de la pression inté-

rieure satisfaites pour ces épaisseurs, proportionner les dimensions de telle sorte, que le poids du canon même, plus que tout autre moyen, puisse limiter le recul en une mesure convenable et assurer à l'affût une durée rationnelle.

LXII. — FORME EXTÉRIEURE DU CANON.

Il résulte des points énoncés dans le chapitre précédent que l'influence qu'ils exercent sur la détermination des épaisseurs de paroi n'est pas telle qu'il faut se tenir rigoureusement à la forme exigée par la pression intérieure des gaz comme la théorie le demande, sans égard aux autres considérations recommandées par la pratique et que l'on doit plutôt dans la plupart des cas choisir pour contour du profil en long du canon, une ligne droite et pour contour de la section, un cercle, lors même que le forage de la pièce est polygonal ou spiral. Ce contour sera alors engendré par la rotation des faces rectangulaires ou trapèziformes qui limitent la section transversale. Les saillies et angles aigus extérieurs étant défavorables à la résistance du canon et à la libre vibration du métal

au moment du tir, on cherche autant que possible à les arrondir, de manière à parer à l'inconvénient signalé ou on les évite tout-à-fait en donnant au canon une forme conique, comme nous la voyons souvent appliquée aux pièces forgées.

Dans les canons en bronze les trois parties principales de la pièce, c'est-à-dire la culasse, la partie des tourillons et l'avant du canon forment généralement trois cônes tronqués, reliés entre eux par des courbes de grand rayon ou la culasse étant cylindrique, les deux autres parties seulement forment des cônes reliés de la même manière. Les courbes qui relient les trois parties doivent être tangentes aux contours, et leur rayon le plus grand possible; de même on peut remplacer l'arête vive avec l'arc de cercle par une seule courbe peu prononcée.

Pour garantir la bouche du canon contre les déchirures et les enfoncements, on la renforce ordinairement par un bourrelet servant en même temps au pointage de la pièce par la mire qu'il porte; la culasse du canon porte dans le même but, un anneau ou une plaque servant à l'application du quadrant.

Les canons sont généralement munis de touril-

lons et d'anses, et les canons se chargeant par la bouche d'un bouton de culasse. Ces accessoires servent à faciliter le maniement de la pièce, et nous en parlerons successivement dans les chapitres suivants.

LXIII. — LES TOURILLONS ET LEURS DIMENSIONS.

Les tourillons sont deux bouts d'arbre par lesquels le canon s'appuie sur l'affût en pivotant autour de leur axe commun. Ils relient donc la pièce à l'affût et permettent de donner au canon l'élévation voulue.

Les tourillons ont une forme cylindrique afin de pouvoir tourner dans les coussinets. Leur axe doit être perpendiculaire à la section longitudinale, passant par l'axe de l'âme du canon, afin que la pièce se meuve dans le plan vertical pour prendre le degré d'élévation désiré, et que le recul se fasse sentir dans le sens du plan du tir, c'est-à-dire, le plan passant par toute la longueur de l'affût, en agissant d'une manière uniforme sur les deux coussinets des tourillons, sans les déranger dans le sens du cercle de rotation.

Les tourillons ont non-seulement à supporter le poids du canon, mais aussi la secousse du recul qui les pousse contre leurs coussinets en transmettant ce mouvement à l'affût.

Si les tourillons n'avaient à supporter que le poids du canon, il serait très-facile de déterminer leurs dimensions, mais comme jusqu'à présent on n'a pas trouvé de formule bien exacte pour déterminer la résistance qu'ils doivent offrir pour supporter en toute sécurité l'effet du recul, il ne nous reste qu'à établir entre ce diamètre et celui de tourillons éprouvés une proportion par laquelle on peut calculer le diamètre cherché. Désignant par R et r les diamètres de deux cylindres du même métal, par Q et q les résistances relatives qu'ils offrent contre la rupture ou la charge qu'ils peuvent supporter sans endommagement, par L et l les distances des sections de rupture du point où agit la charge, nous aurons :

$$Q : q = \frac{R^3}{L} : \frac{r^3}{l}.$$

Dans cette équation, il faut remplacer les valeurs Q et q par des valeurs proportionnelles aux

plus grandes secousses que le canon exerce sur les tourillons.

Dans ce but désignons par :

V et v les vitesses avec lesquelles les deux canons suspendus librement en l'air comme un pendule, accusent la secousse reçue au moment du tir, par :

V_1 et v_1 les vitesses avec lesquelles ils reculent en réalité, montés sur l'affût, par :

M et m les masses des deux canons, et par :

P et p leur poids.

Nous aurons par $V - V_1$ et $v - v_1$ les pertes de vitesse des masses M et m aux coussinets des tourillons, et par :

$$\frac{1}{2} M (V^2 - V_1^2),\ \frac{1}{2} m (v^2 - v_1^2)$$

les valeurs du travail équivalent. Ces valeurs sont à coup sûr proportionnelles aux effets des secousses du recul, et il faut donc proportionner le diamètre des tourillons d'après le résultat trouvé.

Posant pour M et m les valeurs identiques de $\frac{P}{g}$ et $\frac{p}{g}$, et pour Q et q les valeurs trouvées du tra-

vail équivalent des pertes de vitesse, nous aurons :

$$P(V^2 - V_1^2) : p(v^2 - v_1^2) = \frac{R^3}{L} : \frac{r^3}{l}.$$

d'où suit :

$$R = r\sqrt[3]{\frac{P(V^2 - V_1^2)L}{p(v^2 - v_1^2)l}}$$

Dans cette formule R et r représentent les rayons des tourillons, et L et l représentent les distances des axes de l'âme des sections dans lesquelles la rupture des tourillons aurait lieu.

Mais comme dans la pratique il faut donner aux tourillons une force équivalente aux plus fortes secousses, en admettant qu'ils doivent annuler complètement le recul, il suit de la formule précédente V_1 et v_1 devenant zéro.

I) $$R = r\sqrt[3]{\frac{PLV^2}{plv^2}}.$$

Les valeurs V et r étant inconnues, on peut les déterminer de la manière suivante : désignant par

V_0 la vitesse primitive du projectile; par P_0 son poids, par C le poids de la charge, par D le diamètre de l'âme du canon, et par D_1 celui du projectile, nous aurons comme valeur du mouvement, du projectile et de la charge :

$$P_0 V_0 + {}^1/_2 CV_0$$

et pour la valeur du mouvement du canon :

$$PV$$

s'il n'existait pas de jeu entre le projectile et l'âme du canon, ces deux valeurs seraient égales, mais comme $D > D_1$ la pression des gaz est plus grande sur le fond de l'âme que sur la base du projectile et dans une proportion de ${}^1/_4 \pi D^2 : {}^1/_4 D_1^2$. en multipliant la valeur de mouvement du projectile par cette proportion, pour égaler les valeurs de mouvement nous aurons :

$$PV = \frac{D^2}{D_1^2} P_0 V_0 + {}^1/_2 CV_0.$$

et par suite :

$$V = \frac{V_0}{P}\left(\frac{D^2}{D_1^2} P_0 + \tfrac{1}{2} C\right).$$

De la même manière on aura pour le second canon :

$$v = \frac{v_0}{p}\left(\frac{d^2}{d_1^2} p_0 + \tfrac{1}{2} c\right),$$

D'après A. Burg (1) l'effet ou le travail d'une force pour la tension ou la compression d'un corps cylindrique est de :

$$W = \tfrac{1}{24} \frac{m'^2}{M} V.$$

Dans cette formule nous représentons par m' le maximum de tension par pouce carré, c'est-à-dire, le coefficient de rupture, par M le degré d'élasticité, par V le volume du cylindre $= \pi R^2 L$, R étant le rayon et L la longueur du cylindre.

(1) *Mécanique populaire*, par A. Burg. Vienne, 1850, page 133.

D'après cette équation on aura donc pour deux canons du même métal :

$$W : w = V : v,$$

ou :

$$W : w = R^2L : r^2l,$$

Remplaçant dans cette proportion, comme plus haut, les effets ou le travail par :

$$P\,(V^2 - V_{,}^2) \text{ et } p\,(v^2 - v_{,}^2),$$

nous aurons :

$$P\,(V^2 - V_{,}^2) : p\,(v^2 - v_{,}^2) = R^2L : r^2l,$$

et par suite :

$$R = r\sqrt{\frac{P\,(V^2 - V_{,}^2)\,l}{p\,(v^2 - v_{,}^2)\,L}}.$$

V_1 et v_1 étant zéro, nous aurons :

$$\text{II)} \qquad R = r\sqrt{\frac{P V^2 l}{p v^2 L}}.$$

On voit que cette formule n'est pas identique avec celle développée plus haut et désignée par I), et elle peut d'autant moins servir pour la détermination de l'épaisseur des tourillons que très-vraisemblablement, en augmentant la distance L des sections de rupture de l'axe de l'âme du canon on faciliterait la rupture des tourillons, et que par conséquent le rayon R devrait augmenter avec la valeur de L.

La mécanique nous dit qu'une poutre maintenue aux deux bouts et chargée au milieu offre une résistance huit fois plus grande contre la rupture qu'une poutre maintenue à un seul bout et chargée à l'autre. Considérant cette thèse pour la détermination du diamètre des tourillons, et désignant par q le maximum de pression des gaz par unité de section du forage ; par r et R les rayons de l'âme et des tourillons ; par 2 L la distance des sections de rupture, et par m_1 le coefficient de rupture du métal, nous trouverons par la ré-

sistance d'une poutre cylindrique maintenue à un bout et chargée à l'autre =

$$= {}^1/_4\ m_{,}\ \pi\ \frac{R^3}{2L}$$

celle des tourillons pourra être :

$$Q = \frac{m_{,}\pi R^3}{L}.$$

La pression des gaz sur le fond de l'âme est comme plus haut :

$$Q = \pi r^2 q.$$

La force Q égalera le coefficient de rupture si $Q = Q_{,}$ et nous aurons :

$$\frac{m_{,}\pi Q^3}{L} = \pi\, r^2 q$$

d'où suit que :

$$R = \sqrt[3]{\frac{r^2 q L}{m_{,}}}.$$

Mais comme on veut éviter la rupture des tourillons avec sécurité, il faut, comme nous l'avons déjà dit, porter en calcul seulement $^1/_3\ m_1$, cela faisant, nous aurons comme diamètre des tourillons :

$$\text{III)} \qquad R = \sqrt[3]{\frac{3r^2qL}{m_1}}.$$

Mettons par exemple L $= 3r$, $q = 16\,575$ livres et m_1 pour un canon en bronze $= 112\,000$ livres et nous aurons :

$$R = r\sqrt[3]{\frac{9q}{m_1}} = 1{\cdot}1\,r.$$

Supposons maintenant que la rupture des tourillons ait lieu par une force suffisante là où ils ne sont plus soutenus par les coussinets de l'affût, et désignons par m le coefficient de la résistance absolue du métal, nous obtiendrons, par l'équation $2m\pi R^2$ choisie en dernier lieu et représentant la résistance des sections de rupture, la formule :

$$Q = r^2q = 2m\pi R^2;$$

d'où suit :

$$R = r\sqrt{\frac{q}{2m}}$$

Pour éviter la rupture avec sécurité il ne faut encore porter en calcul que $^1/_3\ m$ et cela faisant nous aurons alors :

$$\text{IV)} \qquad R = r\sqrt{\frac{3q}{2m}}.$$

Mettons ici de même par exemple $q = 16\,575$ livres, et m pour un canon en bronze $= 36\,000$ livres, nous aurons pour diamètre des tourillons :

$$R = 0{\cdot}831\ r.$$

On a pu voir par les équations III) et IV) que les diamètres des tourillons sont proportionnels aux calibres des pièces de construction et de chargement semblables, attendu que non-seulement m mais aussi q peuvent être admis comme étant constants.

L'expérience a démontré qu'il suffit de donner

aux tourillons des canons en bronze un diamètre de 1 calibre $= 2r$, épaisseur que l'on trouve généralement appliquée. Dans les canons en fonte les diamètres des tourillons sont généralement un peu plus forts et ceci dans un rapport de 1.15 : 1.

Les tourillons doivent être parfaitement ajustés sur toute leur longueur dans les coussinets de l'affût. Leur longueur n'a pas d'influence sur la détermination du diamètre, aussi ne l'avons-nous pas fait figurer dans nos calculs.

En général, la longueur des tourillons est égale à l'épaisseur de la partie respective de l'affût, et on aura soin, afin de répartir autant que possible la secousse du recul, d'avoir une surface de contact suffisante.

Pour assurer au canon une stabilité parfaite dans les coussinets, les tourillons prennent naissance sur une saillie ou rondelle faisant intermédiaire entre le corps du canon et les tourillons. Ces rondelles ou plaques ont un diamètre plus grand que celui des tourillons, et empêchent les mouvements de côté du canon sur son affût.

Dans les canons en fer forgé, les tourillons s'appliquent sur un anneau monté sur le corps de la pièce à l'endroit voulu, attendu que pour forger

un canon d'une seule pièce, on rencontre de grandes difficultés et que ce mode d'application, surtout pour les petits calibres, a montré une solidité suffisante.

LXIV. POIDS DU CANON SUR LE COIN DE MIRE ET POSITION DES TOURILLONS.

En dehors des deux appuis formés par les coussinets de l'affût dans lesquels reposent les tourillons le canon demande, pour être stable, un troisième point d'appui sans lequel il basculerait à chaque mouvement sur son affût. Ce troisième point d'appui se trouve à la partie inférieure de la culasse, et le canon, pour sa stabilité, doit peser sur ce point d'une partie de son poids propre. Le centre de gravité du canon devra donc toujours se trouver entre ces trois points d'appui.

En tous cas, le troisième point d'appui est exigé par l'appareil de mire, excepté pour les mortiers où les tourillons se trouvent à la culasse, l'appareil de mire et avec lui le point d'appui, se trouvent à la partie du milieu ou à l'avant de la pièce.

Le poids avec lequel le canon s'appuie sur ce

point, est appelé *poids du canon sur le coin de mire.*

Le centre de gravité du canon doit être un peu en arrière des tourillons pour que la pièce ait non seulement la stabilité nécessaire pendant le transport, mais aussi pour que la bouche du canon ne fasse aucun mouvement au moment du tir, et que les battements du projectile dans l'âme du canon ou autres causes, ne parviennent pas à la faire lever ou baisser. En portant le centre de gravité en arrière des tourillons, ceux-ci, ainsi que les paliers de l'affût, seront moins affectés par les secousses du recul, attendu qu'elles seront mieux réparties et qu'elles devront, avant tout, vaincre le frottement du point d'appui, frottement assez considérable en raison du poids de prépondérance.

Par la disposition rationnelle du centre de gravité du canon ou sa prépondérance on peut donc venir en aide aux tourillons pour parer à l'effet du recul et assurer à l'affût une plus grande durée; car, malgré l'ajustage consciencieux des tourillons dans leurs coussinets, il y existe toujours un peu de jeu, et le canon avant de toucher par les tourillons les flancs du coussinet reculera de la moitié de la mesure du jeu; pour cela il lui faut vaincre le frottement produit par le poids du canon sur le coin

de mire, — et plus ce poids est grand, plus le frottement à vaincre l'est aussi, — après quoi la secousse du recul se répartira sur les trois points d'appui.

Plus la prépondérance est considérable, moins les tourillons et leurs coussinets sont affectés par l'effet du recul, mais aussi plus l'appareil de mire doit être solide.

Du poids du canon sur le coin de mire dépendra enfin la mesure pour laquelle les pièces de siège peuvent entrer dans les meurtrières ou pour laquelle les pièces d'artillerie de marine peuvent sortir des sabords; car sous les mêmes conditions et pour obtenir une plus grande prépondérance, il faudrait placer les tourillons plus vers la bouche, ce qui naturellement diminuerait la distance entre eux et la bouche et, par conséquent, la mesure pour laquelle le canon peut entrer dans la meurtrière.

La position des tourillons dépendra donc du centre de gravité et du poids du canon sur le coin de mire. Nous appellerons le point où l'axe des tourillons croise le plan vertical passant par l'axe de l'âme *point de situation des tourillons.*

Ce point peut se trouver dans l'axe de l'âme du canon ou en-dessous de cet axe, mais jamais au-

dessus; car, dans cette position, il communiquerait à la tête du canon pendant le tir un mouvement de haut en bas qui augmenterait non seulement le recul de la pièce, mais occasionnerait de graves dégradations à l'appareil de mire par les secousses que la culasse donne en retombant sur le point d'appui. Il serait sans doute plus naturel de placer le point de situation des tourillons à la hauteur de l'axe de l'âme, mais les essais faits dans ces conditions avec des canons lisses ont prouvé que malgré une prépondérance considérable, ils se baissaient et se levaient plus qu'avec le point de situation des tourillons en dessous de l'axe de l'âme. L'abaissement de la tête du canon au moment du tir, se mesurait par un enlèvement de la culasse du point d'appui de 0,6 pouce, malgré une prépondérance de plus de 1/12 du poids propre de la pièce.

En plaçant le point de situation des tourillons au-dessous de l'axe de l'âme; le canon peut être pointé à plus d'élévation qu'au cas où il se trouve dans l'axe même, sans toutefois avoir besoin d'agrandir les roues de l'affût.

On exprime la prépondérance en parties du poids propre du canon et sa valeur est donc une frac-

tion, la désignant par n, et le poids propre du canon par Q, la valeur de la prépondérance sera n Q. Une fois le poids du canon sur le coin de mire déterminé, il est aisé de trouver par calcul la distance entre le centre de gravité du canon et l'axe des tourillons.

Désignons par

nQ la prépondérance ou la pression que le canon exerce sur l'appareil de mire dans une position horizontale ; par :

a = HS, fig. 69, la distance de l'axe des tourillons du plan passant par le centre de gravité S, et perpendiculaire sur l'axe de l'âme AB ; par :

b = AS la distance entre ce même plan et le troisième point d'appui où le coin de mire ;

Nous aurons suivant l'effet du bras de levier :

$$aQ = (a + b)\, nQ$$

donc :

I) $$a = \frac{nb}{1 - n}.$$

Pour trouver la distance entre le troisième

point d'appui et l'axe des tourillons nous aurons :

$$l = AH = AS + HS = a + b$$

et par conséquent :

$$\text{II)} \qquad l = \frac{b}{1 - n}.$$

Pour déterminer pratiquement la prépondérance d'un canon, on n'a qu'à appliquer des poids à la bouche jusqu'à ce que l'axe de l'âme se trouve dans une position horizontale. La culasse a alors quitté l'appareil de mire qui lui servait de point d'appui, et le canon tout entier a tourné autour de l'axe des tourillons.

Désignons par :

p le poids appliqué au point B, fig. 69; par :

$BH = c$ la distance entre lui et le plan perpendiculaire sur l'axe du canon et passant par celui des tourillons; par :

$Ah = l$ la distance du troisième point d'appui de

ce même plan : nous aurons suivant la loi du levier :

$$cp = nlQ\,,$$

et par suite :

$$\text{III)} \qquad n = \frac{cp}{lQ}.$$

La prépondérance varie non-seulement suivant la position des tourillons, mais aussi suivant le degré d'élévation du canon.

Pour déterminer ces variations du poids du canon sur le coin de mire, nous désignons fig. 70 par :

θ = BAJ l'angle sous lequel l'axe AB du canon se trouve incliné vers l'horizon ; par :

l = AB la distance entre le fond de l'âme et l'axe des tourillons ; par :

a = BS la distance entre le centre de gravité de la pièce et l'axe des tourillons ; par :

h = BC la distance à laquelle le point de situation des tourillons se trouve au-dessous de l'axe de l'âme ; par :

b = AS la distance entre le centre de gravité et le troisième point d'appui ; par :

R = AD la distance à laquelle le troisième point d'appui se trouve au-dessous de l'axe de l'âme ou le rayon de la rondelle de mire ; par :

Q le poids du canon sans tourillons agissant au centre de gravité S^1 vers le bas et par :

q la pression que le canon exerce sur l'appareil de mire au point D.

Pour établir l'équilibre on n'a qu'à faire agir une force équivalente à la pression q dans le sens inverse, c'est-à-dire vers le haut.

Prenant la ligne CE décrite du centre des tourillons C, parallèlement à l'axe de l'âme comme axe des moments, on trouvera d'après les dispositions vues par la fig. 70 l'équation suivante :

$$Q.CG = q.CF.$$

mais il est :

$$CG = CH + HG = BS + HG = a + h \text{ tang. } \theta,$$

et

$$CF = CE - EF = AB - EF = l - (R - h) \text{ tang. } \theta;$$

donc :

$$\text{IV)} \qquad q = Q.\frac{a + h \tan g.\theta}{l - (R - h)\tan g.\theta}.$$

On voit par cette formule que le poids du canon sur le coin de mire augmente avec la distance entre l'axe des tourillons et le centre de gravité de la pièce, ensuite avec le degré d'élévation que l'on donne au canon, et par conséquent avec l'abaissement de l'axe des tourillons sous celui de l'âme du canon.

Le point de situation des tourillons étant dans l'axe de l'âme du canon il est $h = o$ et :

$$\text{V)} \qquad q = Q\frac{a}{l - R \tan g.\theta}.$$

posant dans cette dernière formule $\theta = o$ et $q = nQ$ nous aurons :

$$a = nl,$$

et comme $l = a + b$ nous trouverons comme tout à l'heure :

$$a = \frac{nb}{1 - n}.$$

En additionnant dans la formule V) au nominateur et au dénominateur de la fraction :

$$\frac{a}{l - R \tang. \theta}$$

la valeur de h *tang.* θ on obtient l'équation IV). L'augmentation de la prépondérance, par la petite valeur de h *tang.* θ n'est donc que très-peu considérable dans les différents degrés d'élévation, en abaissant le point de situation des tourillons sous l'axe de l'âme du canon, et par rapport à la pression exercée sur l'appareil de mire, il est sans importance que le point de situation des tourillons se trouve au-dessus ou bien au-dessous de l'axe de l'âme; mais en abaissant trop ce point sous l'axe du canon et surtout dans les pièces courtes, les effets nuisibles des secousses sur l'appareil de mire seraient augmentés, et il est donc évident que ce point ne doit pas être abaissé trop sous l'axe du canon, car nous aurons, en désignant par M la masse du canon ; par V la vitesse du recul ; h l'abaissement du point de situation sous l'axe du canon ; par l la distance entre l'axe des tourillons et le fond de l'âme :

$$MV^2h$$

comme moment de la force agissant sur l'appareil de mire, ou la grandeur de la rotation des tourillons contre la surface d'appui de l'appareil de mire.

Plus on abaisse l'axe des tourillons sous celui de l'âme du canon, plus le bras de levier h est grand et par conséquent l'effet de la rotation des tourillons ou de la secousse que reçoit l'appareil de mire, secousse qui dans sa réaction détermine le baissement de la bouche du canon, augmente aussi. Comme nous l'avons déjà mentionné, le meilleur moyen de prévenir l'intensité des secousses sur l'appareil de mire, est de donner aux canons une prépondérance rationnelle.

Désignant par nM la valeur de cette prépondérance; par ω la vitesse d'angle de la rotation des tourillons; par l la distance entre l'axe des tourillons et le point de révolution, on peut exprimer l'intensité de la secousse produite par la rotation, par

$$nM\,(\omega l)^2,$$

et la vitesse du mouvement par :

$$nM\ (\omega l)$$

Ce mouvement a une valeur qui dépend de la force des gaz, et il est constant pour les mêmes poids de canon et les mêmes charges. En augmentant donc n, ωl diminuera dans la même proportion et avec lui aussi l'intensité de la secousse nM $(\omega l)^2$.

Supposons par exemple la prépondérance α fois plus grande, que n dont $= \alpha n$ ωl deviendra $\frac{\omega l}{\alpha}$, et l'intensité de la secousse nM $(\omega l)^2$ deviendra :

$$\frac{nM\,(\omega l)^2}{\alpha}.$$

En augmentant le poids du canon sur le coin de mire dans les cas où le point de situation des tourillons se trouve abaissé sous l'axe de l'âme du canon, on diminue la vitesse de rotation des tourillons et par conséquent l'intensité de la secousse qui en résulte, dans la même mesure.

En grandissant, la distance entre l'axe des tourillons et le troisième point d'appui ou le point de

l'appareil de mire qui soutient la culasse du canon, on diminue la prépondérance de la pièce; et l'intensité des secousses se trouve par là naturellement augmentée.

Désignant maintenant la distance l par l_1 la prépondérance sera $\frac{nl}{l_1}$, et la vitesse de rotation de la culasse $\frac{l_1 \omega}{l}$ W et W_1 étant les effets de la secousse on aura pour le premier cas :

$$W = nM\omega^2 l^2,$$

et pour le second cas :

$$W_1 = \frac{nl}{l_1}\omega^2 l_1^2;$$

donc :

$$W : W_1 = l : l_1;$$

c'est-à-dire les effets produits sur l'appareil de mire sont en rapport exact des distances des points d'appuis de l'axe des tourillons.

Pour deux canons du même calibre ayant la

même charge et la même prépondérance, mais de distances différentes entre le point de soutien de l'appareil de mire, et l'axe des tourillons, l'intensité des secousses sur l'appareil de mire, sera en rapport inverse des carrés de ces distances ; car les vitesses d'angle de la rotation étant ω et ω_1 nous aurons par :

$$\omega l : \omega_{,} l_{,} = l_{,} : l$$

$$\omega = \frac{\omega l^2}{l_{,}^2},$$

et par conséquent :

$$W = nM\omega^2 l^2$$

et

$$W_{,} = nM \frac{\omega^2 l^4 l_{,}^2}{l_{,}^4},$$

donc :

$$W : W_{,} = l_{,}^2 : l^2.$$

Pour éviter autant que possible les effets nuisi-

bles d'un abaissement trop fort du point de situation des tourillons sous l'axe de l'âme du canon ; il faut encore augmenter le poids du canon sur le coin de mire en proportion de la mesure de cet abaissement.

L'abaissement de l'axe des tourillons sous l'axe de l'âme, dépasse rarement la mesure de 0.5 de calibre.

La prépondérance pour les canons de petit calibre (pièce de campagne) est ordinairement de 50 à 100 livres ou 0.08 à 0.10 du poids propre du canon; pour les pièces de gros calibre (pièces de siége), elle est de 130 à 350 livres ou 0.05 à 0.06 du poids propre de la pièce et en proportion même de ce poids; elle ne devra pas toutefois dépasser une certaine limite, car cela rendrait difficile le *baissement* du canon au moyen de l'appareil de mire.

(La suite au prochain numéro.)

MÉMOIRE

SUR LA POUDRE-COTON (PYROXYLE)

AU SUJET DES NOUVEAUX PROCÉDÉS DE M. LE GÉNÉRAL AUTRICHIEN BARON LENK, POUR LA FABRICATION ET L'EMPLOI DE CETTE MATIÈRE; PAR MM. PELOUZE, MEMBRE DE L'INSTITUT, ET MAUREY, COMMISSAIRE DES POUDRES.

I.

Fabrication du pyroxyle en France et en Autriche.

Nous désignerons la poudre-coton sous le nom de pyroxyle qu'elle a reçu de la commission française formée le 3 décembre 1846 par le ministre de la guerre, et qui a prévalu dans le Service des poudres et salpêtres. On sait que, peu de temps après la découverte de M. Schoënben, la fabrication de cette nouvelle matière explosive fut organisée sur

une assez grande échelle à la poudrerie du Bouchet. Cet établissement en a fourni, de 1847 à 1848, environ 5000 kilogrammes pour les expériences si nombreuses exécutées en France, afin de substituer le pyroxyle à la poudre dans les mines et dans les armes à feu.

Les expériences faites en Autriche, dans le même but, ne paraissent remonter qu'à l'année 1851 ; mais elles ont été poursuivies plus longtemps que dans les autres pays, grâce à la persévérance de M. le général Lenk qui fit partie de la première commission allemande réunie à Mayence, et qui, depuis, n'a cessé de s'occuper de cette question. Jusqu'en 1862, la fabrication du pyroxyle autrichien était restée mystérieuse. « C'est, écrivait de Vienne, le 15 novembre 1861, M. le commandant d'Andlau, un secret que le temps fera seul connaître. » On ne laissait entrer aucun étranger dans la fabrique d'Hirtenberg où le procédé de M. le général Lenk était mis en pratique. M. le commandant d'Andlau ajoutait qu'après des essais qui avaient été des plus satisfaisants, l'empereur d'Autriche avait décidé l'adoption d'un nouveau matériel pour l'emploi de la poudre-coton dans toute l'artillerie de campagne.

Deux objections capitales ont empêché jusqu'à présent en France la substitution du pyroxyle à la poudre : l'une est basée sur l'effet brisant qu'il exerce contre les parois des armes; l'autre sur les accidents de décomposition et d'explosion spontanées que l'on a signalés, d'abord en France, et plus tard à l'étranger. Nous rencontrons aussi ces objections dans les documents communiqués par M. le général Lenk, lesquels, bien que rédigés dans un sens favorable à ses idées, n'en révèlent pas moins, en les combattant, des opinions contraires, notamment dans le sein du comité de l'artillerie autrichienne. Ces opinions paraissent même avoir pris, dans ces dernières années, un tel ascendant que l'on a maintenant renoncé au matériel spécial d'artillerie créé pour l'emploi du pyroxyle. Si la fabrication de cette matière en Autriche n'est pas encore abandonnée, elle est au moins considérablement réduite, surtout depuis une explosion survenue en juillet 1862.

Cet accident, comme les explosions de Vincennes et du Bouchet, antérieures de quatorze années, n'a pu s'expliquer que par une inflammation spontanée. Il serait superflu de revenir sur les faits constatés en France; mais nous croyons devoir

citer, relativement à l'explosion autrichienne, le passage suivant d'un rapport officiel : « Le procès-verbal, qui a été dressé, le 31 juillet 1862, à la suite de l'explosion qui avait eu lieu la nuit précédente dans le magasin n° 9 près Simmering, lequel contenait de la poudre et du coton-poudre, suppose, puisqu'on n'a pu trouver la cause, que cette explosion est due à la combustion spontanée du coton-poudre. »

Nous n'avons point obtenu de M. le général Lenk la copie de ce procès-verbal. A nos demandes d'explication, il s'est contenté de répondre que, l'enquête n'ayant point constaté la cause de l'accident, il pouvait être attribué tout aussi bien à la poudre qu'au pyroxyle. Il nous est cependant impossible d'admettre ce dernier point; car depuis plusieurs siècles on n'a jamais observé de cas d'inflammation spontanée ni dans les magasins à poudre, ni dans les munitions de guerre, ni dans celles des chasseurs et des mineurs, tandis que le pyroxyle, qui n'est encore qu'à ses débuts, en a présenté des cas multipliés dans les laboratoires où ils se sont manifestés sous les yeux des chimistes, et dans des magasins dont l'explosion n'a pu s'expliquer autrement. A cet égard, nous ferons observer que

l'un des documents reçus d'Autriche assimile à des inflammations spontanées les explosions qui peuvent se produire pendant que la poudre est en cours de fabrication. Cette assimilation n'est point exacte. On ne doit pas confondre en effet les explosions qui ne sont dues qu'à des accidents de fabrication, tels qu'un choc, un gravier, une imprudence d'ouvrier, un dérangement de mécanisme, avec celles qui se produisent postérieurement à la fabrication par des réactions entre les éléments du composé.

M. le général Lenk ne conteste pas les réactions qui peuvent causer l'inflammation du pyroxyle lorsqu'elles dégagent une chaleur suffisante; seulement il croit qu'on peut les prévenir en apportant dans la préparation de cette matière diverses précautions qu'il a fait connaître récemment.

Son procédé se base sur les mêmes réactions chimiques que celui qu'on suivait à la poudrerie du Bouchet il y a dix-sept ans, et que l'un de nous a décrit dans un mémoire du 12 février 1849. Le pyroxyle autrichien, de même que le pyroxyle français, est un composé résultant de l'immersion du coton dans un mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique. On peut faire varier les proportions de

ces acides dans des limites assez larges sans modifier la qualité du produit. Toutefois, l'auteur du mémoire de 1849 indiquait comme ayant le mieux réussi dans ses expériences le mélange de 3 volumes d'acide azotique avec 7 volumes d'acide sulfurique, équivalant en poids à 1 d'acide azotique pour 2.86 d'acide sulfurique. C'est à peu près 1 du premier acide pour 3 du second, rapport adopté par M. le général Lenk. A Hirtenberg, on fait arriver chaque acide par un orifice de petite dimension dans le récipient où s'opère le mélange, afin de modérer l'élévation de la température. Au Bouchet, où l'on ne prenait pas cette précaution, on observait une élévation d'environ 20 degrés, mais on préparait le mélange assez d'avance pour qu'il eût le temps de redescendre à la température de l'air ambiant avant l'immersion du coton.

Au reste, des différences de cet ordre ne peuvent certainement avoir aucune influence sur les qualités du pyroxyle. Nous allons exposer celles auxquelles M. le général Lenk attache plus d'importance. Suivant lui, la méthode du Bouchet dans laquelle l'immersion s'effectue à raison de 200 grammes de coton pour 2 litres de mélange, ne donnerait pas un produit identique à celui qu'on

obtient en opérant avec une proportion de mélange beaucoup plus considérable et au moyen d'un appareil particulier. Cet appareil est une auge rectangulaire divisée dans sa longueur en trois compartiments et maintenue à la température d'un courant d'eau qui circule entre de doubles parois. Le premier compartiment est un réservoir qui fournit le mélange d'acides au deuxième de manière à entretenir un bain de 30 kilogrammes pour 100 grammes de coton. On trempe donc le coton dans trois cents fois son poids d'acides. On l'y agite, et dès qu'il paraît complètement imbibé, ce qui n'exige qu'une minute environ, on le retire pour le mettre sur un petit égouttoir disposé convenablement au-dessus du bain, et on lui fait subir une pression réglée de manière à y laisser toujours le même poids d'acides. Avec un peu d'habitude on obtient régulièrement 1 kil. 150 gr. pour le poids de la masse pressée, par conséquent les 100 grammes de coton prennent au bain 1 kil. 050. Les opérations continuent indéfiniment dans le même bain, en y remplaçant chaque fois par 1 kil. 050 de mélange neuf ce que le coton lui fait perdre.

On enlève le coton de l'égouttoir pour le mettre dans le troisième compartiment ; puis, lorsqu'il

est en quantité suffisante pour remplir à peu près ce dernier, on l'en extrait pour le déposer dans des vases où il séjourne quarante-huit heures. Ces vases sont entourés d'eau, afin que la température n'y prenne point une élévation qui pourrait produire une décomposition.

Le contenu de ces vases est versé dans une essoreuse dont la rotation expulse, en quelques minutes, les $^3/_4$ des acides non combinés. Ces acides affaiblis ne rentrent point dans la fabrication ; on les rend au fournisseur qui donne en échange de l'acide sulfurique concentré.

Pour enlever le restant des acides, on lave le coton en l'agitant dans de l'eau courante et en l'y laissant immergé pendant six semaines. Au bout de ce temps, le coton est une seconde fois essoré, puis lessivé dans une dissolution bouillante de carbonate de potasse à 2 degrés Baumé. On le repasse dans de l'eau pure jusqu'à ce qu'il ne manifeste plus de réaction alcaline.

Enfin, après un troisième et dernier essorage, le coton est séché à l'air lorsque le temps est favorable, ou autrement, dans une étuve dont la température ne dépasse pas 20 degrés.

Tel est le procédé de M. le général Lenk.

Au Bouchet, les mêmes opérations s'effectuaient dans le même ordre, mais avec les différences suivantes : 1° dans la proportion de coton relativement aux acides, ainsi que nous l'avons expliqué ci-dessus ; 2° dans les machines exprimant les acides et l'eau qui étaient des presses à vis au lieu d'essoreuses ; 3° dans la durée de l'imprégnation qui était d'une heure au lieu de quarante-huit heures ; 4° dans celle du lavage à l'eau courante (une heure ou une heure et demie au lieu de six semaines) ; 5° dans la manière de neutraliser les dernières traces acides : à cet effet, on employait à froid une lessive de cendres où le coton restait plongé pendant 24 heures, tandis que M. le général Lenk le fait bouillir quelques minutes dans une dissolution de carbonate de potasse.

Nous trouvons ici l'occasion de placer un mot de réponse à une assertion que nous avons lue dans un rapport allemand dont M. le général Lenk nous a communiqué la traduction anglaise. On y prétend que le *coton français* conservait après le lavage tant d'acide libre qu'un lit de cendres de bois fut neutralisé par son contact et devint acide après un long usage. Un coton resté pendant 24 heures, comme celui du Bouchet, dans une lessive

alcaline, ne peut produire un pareil résultat.

L'emploi des essoreuses a sur celui des presses l'avantage de ménager les fibres du coton. Il peut donc en résulter un produit plus satisfaisant à l'œil, mais il est évident que cette modification n'influe point sur la composition chimique.

Nous ne discuterons pas les autres différences existant entre le procédé du Bouchet et celui d'Hirtenberg. Le moyen le plus certain d'apprécier l'influence qu'elles peuvent, en définitive, exercer, est de comparer les produits de l'un et de l'autre. C'est ce que nous avons fait pendant trois mois, avec la coopération de M. Faucher, commissaire-adjoint des poudres, et de M. Chapoteaut, préparateur de l'un de nous.

Avant d'exposer les résultats de nos expériences comparatives, nous devons parler d'une dernière modification que M. le général Lenk a introduite dans la fabrication du pyroxyle autrichien.

Il s'agit de l'emploi du verre soluble dans le but *de fermer les fibres du coton par la précipitation du silicate, de retarder le développement en gaz et puis d'éliminer les traces de l'acide qui pourraient s'y trouver*. (Les mots en italique sont extraits d'une note de M. le général Lenk.)

On applique cette préparation en disposant le pyroxyle dans une espèce d'essoreuse où débouche un tuyau qui verse dessus de la dissolution de verre à 12 degrés Baumé. On sèche le pyroxyle imprégné de cette manière, et on l'abandonne à l'air pendant un laps de temps suffisant pour que l'acide carbonique de l'atmosphère se combine avec la soude du verre, ce qui détermine la précipitation d'un silicate insoluble.

Le carbonate de soude étant enlevé par des lavages, le silicate devenu insoluble reste comme une sorte de gaine adhérente aux fibres du coton auxquelles il ajoute environ 2 pour 100 du poids du pyroxyle.

Ici nous constatons une différence entre le pyroxyle autrichien et le pyroxyle français. En effet, on n'a jamais employé le verre soluble, en France, dans cette fabrication; mais nous allons montrer, en rendant compte de nos expériences, que cette modification ne paraît pas avoir l'importance qui lui est attribuée par M. le général Lenk.

Ces expériences ont porté sur trois séries de pyroxyles.

Dans la première série, nous classons tous les échantillons en grand nombre qui ont été préparés

et examinés au laboratoire, principalement dans le but de déterminer la quantité de pyroxyle produite par un poids donné de coton, en faisant varier le dosage du mélange, sa proportion et la durée de l'imprégnation.

La deuxième série comprend trois échantillons de la fabrication Lenk : l'un, que M. le général Lenk a présenté comme spécimen de la fabrication d'Hirtenberg; le second, qu'il a fait venir de Londres, et qui provient d'une fabrique montée par l'industrie particulière en Angleterre, à l'instar d'Hirtenberg; le troisième, qui a été préparé sous nos yeux, en suivant le procédé de M. le général Lenk.

Nous devons, toutefois, faire observer que, pour ce troisième échantillon, la durée de l'immersion dans l'eau courante n'a été que de quatre jours au lieu de six semaines, et que l'on n'a pas employé de silicate de soude. Selon nous, un lavage de quatre jours a été bien suffisant pour ne point laisser d'acides. Le lavage à l'eau étant suivi d'un lessivage à la potasse, nous pensons même qu'on aurait pu l'abréger encore sans le moindre inconvénient. Quant au silicate de soude, il eût jeté

de l'incertitude dans la détermination de la formule atomique du pyroxyle.

La troisième série comprend trois échantillons fabriqués suivant le procédé du Bouchet : l'un conservé de l'ancienne fabrication de 1847, et deux autres faits récemment. On s'est servi, pour l'un de ces derniers, du mélange Lenk (1 d'acide azotique pour 3 d'acide sulfurique), et pour l'autre d'un mélange de 1 volume d'acide azotique et 2 volumes d'acide sulfurique ; ce qui équivaut en poids à une partie du premier acide pour 2,46 du second. Cette proportion était désignée au Bouchet sous le nom de *volumes inégaux*.

II.

Quantité de pyroxyle produite par un poids donné de cellulose.

Abstraction faite de quelques millièmes de matières étrangères, le coton purifié est de la cellulose $C^{12}H^{10}O^{10}$ ou $C^{24}H^{20}O^{20}$. M. le général Lenk nous a communiqué la traduction anglaise d'un

rapport allemand signé par MM. Redtembacher, Schrotter et Schneider, qui attribue à son pyroxyle la formule $C^{12}H^7O^7, 3AzO^5$ ou $C^{12}H^7(AzO^4)^3O^{10}$. Ce qui équivaut à la composition suivante :

Carbone.	24. 24
Hydrogène	2. 36
Oxygène.	59. 26
Azote	14. 14
Total. . . .	100. 00

L'équation de la réaction peut se poser de deux manières :

1° En admettant qu'au contact du mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique, le coton perd de l'eau, qui est remplacé par le premier de ces acides :

$$C^{12}H^{10}O^{10} + 3AzO^5 = C^{12}H^7O^7\,3AzO^5 + 3HO$$

2° Ou en supposant que l'hydrogène de la cellulose est remplacé par un nombre égal d'équivalents d'acide hypo-azotique :

$$C^{12}H^{10}O^{10} + 3AzO^5 = C^{12}H^7(AzO^4)^3O^{10} + 3HO$$

D'après cela, 100 parties de coton devraient produire 183 de pyroxyle. Or, en variant dans plus de cent expériences les proportions des corps dont la réaction donne cette matière explosive, nous ne

sommes jamais parvenus à un rendement supérieur à 178.

Le rapport allemand se tait sur le rendement, qui, selon nous, constitue cependant la base la plus solide de la composition du pyroxyle. Nous ne voulons pas dire par là que la détermination exacte du rendement du coton en pyroxyle rende inutile l'analyse élémentaire de ce dernier, mais il est nécessaire que l'analyse soit en harmonie avec le chiffre qui représente ce rendement.

Nos expériences sur les rendements ont été faites avec du coton de bonne qualité qui avait été préalablement lavé dans une dissolution bouillante de carbonate de potasse ou de savon, et débarrassé autant que possible de tout corps étranger, et particulièrement des fragments de graines de cotonnier. Avant de l'employer, on le séchait avec soin dans une étuve de Gay-Lussac, à une température comprise entre 100 et 115 degrés.

L'acide sulfurique marquait 66 degrés à l'aréomètre Baumé. L'acide azotique avait une densité de 1,500 à 9 degrés; il était légèrement nitreux et de couleur jaunâtre.

Les proportions relatives des acides sulfurique et azotique ont été variées de manière à présenter :

1° la composition du mélange Lenk; 2° celle des volumes inégaux du Bouchet; 3° divers dosages intermédiaires entre 2 et 3 d'acide sulfurique pour 1 d'acide azotique.

Les proportions du mélange acide, relativement au poids du coton, ont été variées également, de manière à présenter celle usitée anciennement au Bouchet, celle indiquée par M. le général Lenk, et des proportions diverses croissant jusqu'à un cas limite, où le poids des acides était égal à 500 fois celui du coton.

Enfin la durée de l'immersion du coton dans les acides a varié depuis 1 heure jusqu'à 66 heures.

Dans toutes ces expériences, les rendements ont oscillé dans de faibles limites, sans dépasser 178 0/0 de coton.

Si l'on prend des acides étendus ou des acides concentrés, dans lesquels l'acide sulfurique entre en quantités considérables, par exemple 8 ou 10 parties contre 1 d'acide azotique, on a des rendements moindres. Il en est de même si l'on diminue par trop la durée de l'immersion et qu'on la réduise à 2 ou 3 minutes. Du reste, dans ces différents cas, le produit n'est plus le pyroxyle tel qu'on l'obtient par les procédés du Bouchet et d'Hirten-

berg ; il a des effets balistiques inférieurs, et il est généralement soluble dans un mélange d'alcool et d'éther.

La plupart de ces faits avaient été observés à la poudrerie du Bouchet. L'un de nous avait même insisté sur la corrélation qui existe entre le rendement et l'énergie balistique, et montré que le dosage qui fournit la plus grande quantité de pyroxyle est celui qui le donne de la meilleure qualité.

Les rendements en fabrique, soit à Hirtenberg, soit à la poudrerie du Bouchet, sont loin d'atteindre ceux que l'on obtient au laboratoire sur de petites quantités. En effet, d'après M. le général Lenk, il faut 64 kil. 500 gr. de coton non desséché pour avoir 100 kilog. de pyroxyle, ce qui correspond à un rendement de 155. En supposant que le coton contienne 6 à 7 0/0 d'humidité, le rendement du coton sec à Hirtenberg aurait été de 165 à 167 0/0.

Le rendement constaté au Bouchet, lorsque la fabrication avait pris une certaine régularité, était de 165, 25 0/0.

Sans qu'il soit possible de tirer de ces nombres quelque conclusion pour la théorie de la formation du pyroxyle, nous ne pouvons passer sous silence une circonstance aussi importante que celle du

rendement pour ainsi dire identique obtenu sur une grande échelle dans les deux établissements dont il s'agit.

III

Analyse du pyroxyle.

La composition que nous avons présentée ci-dessus d'après les chimistes allemands, $C^{12} H^7 O^7 3 Az O^5$, peut être considérée comme de la cellulose dans laquelle 3 équivalents d'eau sont remplacés par 3 équivalents d'acide azotique, en sorte que le pyroxyle de M. le général Lenk serait une trinitrocellulose. Aussi est-ce le nom sous lequel ils l'ont désigné.

Ils ont émis d'ailleurs l'opinion que le pyroxyle préparé avec des proportions d'acide moindres, comme au Bouchet, pourrait présenter une composition différente.

L'un de nous avait déterminé en 1847 la composition du pyroxyle et l'avait représentée par la formule $C^{24} H^{17} O^{17} 5 Az O^5$. Nous devions rechercher

tout d'abord s'il avait opéré sur un produit différent du pyroxyle Lenk, et, dans le cas où le coton du Bouchet serait chimiquement identique avec le coton Lenk, quelle devait en être la véritable formule.

Nous avons apporté à ces recherches les soins les plus minutieux, et nous croyons avoir surmonté toutes les difficultés que présente la combustion du pyroxyle. Disons-le tout de suite : nous avons reconnu l'identité au point de vue chimique des pyroxyles de M. le général Lenk et du Bouchet, et nous nous arrêtons à une formule ne différant que par un équivalent d'eau de celle adoptée en 1847.

La formule nouvelle, $C^{24} H^{18} O^{18} 5 Az O^5$, se traduit par les chiffres suivants :

Carbone.	25.00
Hydrogène.	3.13
Oxygène.	59.72
Azote	12.15
	100.00

Elle est tellement rapprochée de l'ancienne formule, $C^{24} H^{17} O^{17} 5 Az O^5$, que l'analyse seule n'aurait pas suffi pour justifier le changement. C'est sur le rendement que nous nous sommes appuyés pour

faire notre choix. En effet, la nouvelle formule suppose un rendement de 177,78 de pyroxyle 0/0 de coton, tandis que l'ancienne correspond à un rendement de 175 seulement. Or nos expériences directes relatées précédemment nous ont conduit au chiffre de 178.

Tous les pyroxyles que nous avons analysés avaient été préalablement lavés dans un mélange d'éther et d'alcool, qui leur enlevait indistinctement quelques millièmes de matières grasses et de parties solubles, puis séchés pendant plusieurs heures dans une étuve à une température comprise entre 40 et 50°. Tous ont présenté la même composition.

Notre formule $C^{24} H^{18} O^{18} 5 Az O^{5}$ doit donner, comme produits gazeux de la décomposition du pyroxyle par l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'azote dans le rapport de :

48 vol. d'acide carbonique corresp. à C^{24};
10 vol. d'azote corresp. à Az^{5}.

Soit pour 100 volumes du gaz total :

82,8 d'acide carbonique;
17,2 d'azote.

La formule allemande doit donner :

48 vol. d'acide carbonique;

12 vol. d'azote.

Soit pour 100 vol. du gaz total :

80 d'acide carbonique ;

20 d'azote.

La différence entre les deux rapports d'azote, 17 pour 100 dans le cas de notre formule, 20 pour 100 dans le cas de la formule allemande, est suffisante pour permettre un choix certain entre les deux formules.

Voici dans quelles conditions nous avons opéré : Le pyroxyle, mélangé avec environ 20 fois son poids d'oxyde de cuivre fin, était placé dans un tube en verre vert, et tassé légèrement de manière à occuper une longueur de 20 centimètres environ. Par dessus on tassait, sur une longueur égale, de l'oxyde de cuivre gros, et enfin du cuivre réduit bien pur. Les gaz produits de la combustion étaient amenés par un tube recourbé sur une cuve à mercure, où on les recueillait dans des tubes gradués, lorsque l'on avait laissé écouler un volume de gaz suffisant pour expulser tout l'air du tube. On notait d'abord le volume total du gaz convenablement refroidi, puis on absorbait l'acide carbonique par la potasse et l'on notait le résidu en azote.

Cette combustion exige de grands soins. On est,

en effet, entre deux dangers : celui de ne pas réduire complétement par le cuivre les vapeurs nitreuses provenant de la décomposition du pyroxyle, et celui de ne pas transformer complétement en acide carbonique l'oxyde de carbone produit dans la même décomposition. Il faut, pour les éviter, maintenir au rouge pendant toute la durée de l'expérience les deux colonnes d'oxyde gros et de cuivre réduit, et régler la marche de la décomposition de manière que les gaz produits ne traversent ces deux colonnes rouges qu'avec une extrême lenteur.

Dans un grand nombre d'analyses faites sur nos différents échantillons, nous avons trouvé des nombres compris entre 17,2 et 17,5.

Nous avons, en outre, vérifié notre formule en dosant l'azote à l'état de gaz. L'azote entre pour 14,14 pour 100 en poids dans la formule allemande et pour 12,15 pour 100 dans la nôtre. L'écart est encore suffisant pour permettre un choix entre les deux formules.

L'analyse a été faite de la manière suivante : nous placions au fond d'un tube en verre vert du carbonate de plomb parfaitement pur ; puis le mélange d'un poids connu de pyroxyle avec environ

50 fois son poids d'oxyde fin de cuivre, de l'oxyde gros à la suite, et enfin du cuivre réduit. On chauffait le carbonate de plomb, de manière à chasser l'air du tube, jusqu'à ce que le gaz dégagé fût entièrement absorbable par la potasse. On opérait alors la combustion du pyroxyle en prenant toutes les précautions que nous avons déjà mentionnées. La combustion finie, on balayait le tube avec de l'acide carbonique. La totalité de l'azote était ainsi obtenue à l'état gazeux après l'absorption par la potasse de tout l'acide carbonique produit.

Dans ces conditions, nous avons toujours trouvé pour l'azote contenu dans 100 de pyroxyle des nombres compris entre 12 et 12,4.

Ces deux déterminations de l'azote sont parfaitement en harmonie avec la formule que nous adoptons.

Le rapport allemand ne fait pas connaître les conditions dans lesquelles a été fait le dosage de l'azote; c'est une lacune regrettable. Nous avons cru devoir nous y arrêter, parce que l'azote, étant de tous les éléments celui qui présente le plus grand écart entre l'une et l'autre formule, est par suite l'élément qui doit le plus sûrement faire reconnaître la véritable.

Dans notre formule, l'hydrogène correspond à 3,13 et dans la formule allemande à 2,36. Nous avons trouvé des nombres compris entre 3,10 et 3,30. Il y a lieu de faire observer ici que les chimistes allemands ont plusieurs fois indiqué 2,8, nombre qui, bien qu'inexact, est plus rapproché de notre formule que de la leur.

Quant au carbone, nous avons trouvé 24,75 et 25 pour 100; mais, comme il ne diffère dans l'une et l'autre formule que d'environ 8 millièmes, il se prête moins que les autres éléments du pyroxyle au contrôle de sa composition. Nous ferons cependant remarquer qu'en ce point encore les analyses rapportées dans la note autrichienne donnent des nombres tout aussi rapprochés de l'une que de l'autre formule; il y a même une analyse où le carbone s'accorde parfaitement avec la nôtre.

En définitive, d'après nos analyses, les pyroxyles fabriqués dans les conditions que nous avons fait connaître, ceux de M. le général Lenk, comme ceux du Bouchet, présentent identiquement la même composition correspondant à la formule :

$$C^{24}H^{18}O^{18}\,5AzO^5$$

Et non à la formule

$$C^{12}H^7O^7\,3AzO^5$$

IV

Action de la chaleur sur les pyroxyles.

M. le général Lenk attribue les mauvais résultats obtenus en France par la commission de 1846 à ce qu'on ne se serait pas assez préoccupé du mode de préparation du pyroxyle, et qu'on n'aurait pas opéré sur un produit défini et suffisamment nitré. Il se place alors dans les conditions qui semblent le plus favorables à l'azotisation, et croit avoir obtenu ainsi un pyroxyle qui présente une plus grande résistance à la décomposition.

Nous ne discuterons pas la valeur théorique de cette affirmation ; elle nous semble toutefois peu admissible. Il est, au contraire, probable qu'un coton-poudre se décomposera d'autant plus facilement qu'il sera plus éloigné du type cellulose, et par conséquent plus nitré. Quoi qu'il en soit, M. le général Lenk affirme que le pyroxyle fabriqué par son procédé fait explosion à la température de 136 degrés et résiste à toute température inférieure.

C'est un point qu'il importe de discuter et dont nous avons fait l'objet de nombreuses expériences.

Ces expériences ont d'abord eu lieu avec des matras d'essai, fermés ou non, que l'on plongeait dans un bain-marie d'eau bouillante.

Tous les échantillons chauffés ainsi à 100 degrés se sont décomposés en un temps plus ou moins long, et il suffisait de quelques minutes pour constater, dans tous les cas, un dégagement de vapeur nitreuse.

La décomposition s'opère de plusieurs manières différentes que l'on ne peut reproduire à volonté.

Quatre modes divers de décomposition à la température de 100 degrés, ayant pour caractère le gagement de vapeurs nitreuses, peuvent être signalés :

1° Le pyroxyle détonne violemment ;

2° Il se décompose sans détonation, en laissant un résidu blanc, pulvérulent, acide incomplètement soluble dans l'eau et ne contenant plus d'azote, résidu qui forme environ la moitié du poids du pyroxyle ;

3° Il laisse un résidu jaune, amorphe, inexplosible, partiellement soluble dans l'eau, et réduisant,

comme le glucose, le tartrate de cuivre et de potasse ;

4° Il donne un faible résidu, 8 à 10 pour 100 seulement de son poids, d'une matière noire ayant l'apparence du charbon. Dans ce cas, le matras est entièrement tapissé d'une poudre jaune qui se dissout complétement dans les alcalis en donnant un notable dégagement d'ammoniaque. (Cette matière semble être de l'ulmate d'ammoniaque.) Les acides précipitent de cette dissolution un corps jaune sale, soluble à son tour dans les alcalis. Le résidu charbonneux lui-même, sous l'action de la potasse, laisse dégager de l'ammoniaque, bien qu'il soit peu altéré. C'est un fait remarquable que cette production d'ammoniaque, par la seule action de la chaleur, sur une matière formée avec l'acide azotique et la cellulose.

D'autres expériences, faites sur les divers pyroxiles à des températures de 90 degrés, puis de 80, ont donné identiquement les mêmes résultats; seulement les phénomènes de décomposition, au lieu d'apparaître après quelques minutes, ne se manifestent qu'après plusieurs heures.

A 60 degrés et même à 55, le pyroxyle est encore décomposé. Au bout de quelques jours, on voit les

matras se remplir d'épaisses vapeurs rutilantes, et l'on obtient le même résidu pulvérulent, non azoté, dont nous avons déjà parlé. Aucune inflammation n'a été observée dans ces dernières expériences.

Toutefois nous devons signaler un cas de détonation qui s'est produit au moment où l'un de nous mettait une certaine quantité de pyroxyle (un gramme environ) dans une étuve en cuivre de Gay-Lussac, contenant de l'huile, dont la température était de 47 degrés seulement. Le pyroxyle qui s'est ainsi décomposé, provenait d'un échantillon préparé par une imprégnation de 48 heures et lessivé suivant le procédé Lenk. La détonation, qui a été très-vive, s'est manifestée immédiatement après que le pyroxyle a été mis en contact avec le métal.

Ce fait nous en rappelle un autre, cité dans un rapport autrichien : l'explosion d'un échantillon à la température de 69 degrés. M. le général Lenk attribuait cette explosion à l'acide sulfurique et peut-être à de l'acide azotique restés dans le pyroxyle. Il est certain cependant que notre explosion, observée à une température encore inférieure, n'a pas été causée par la présence de ces acides.

Nous insistons sur ce cas de détonation du pyroxyle à une température de 47 degrés, parce que ce

degré de chaleur peut être atteint et même dépassé par l'action des rayons solaires.

En effet, à la poudrerie du Bouchet, c'est-à-dire dans un pays d'un climat moyen, on a observé, dans les masses de coton étendues au soleil sur des draps de séchoir une température de 69 degrés.

Les expériences qui précèdent démontrent d'une manière irrécusable que, contrairement à l'assertion de M. le général Lenk, son pyroxyle ne résiste pas mieux que celui du Bouchet à l'action de la chaleur.

Dans toutes les conditions, le pyroxyle autrichien silicatisé s'est comporté de la même manière que les autres.

En présence de faits de décomposition à des températures voisines de 50 degrés, on peut se demander si le pyroxyle ne se décompose pas même à la température ordinaire. Est-il susceptible, par suite, de détoner spontanément, lorsqu'on le conserve en masses considérables dans les magasins?

Plusieurs chimistes ont cité des exemples de décomposition du pyroxyle à la température ordinaire. En général, ils ont signalé, comme produits de cette décomposition, des vapeurs nitreuses, des corps très-oxydés comme l'acide formique, l'acide

oxalique et l'acide acétique, et comme résidu, des substances gommeuses ou sucrées. On a cherché à expliquer ces exemples d'altération du pyroxyle à la température ordinaire par des lavages imparfaits ayant laissé des acides dans le pyroxyle.

Remarquons tout d'abord que les lavages sont faciles sur de petites quantités de matières. Ensuite, comme on sait, depuis l'origine, que l'acide sulfurique exerce une action destructive sur le pyroxyle, il est évident que l'on a dû toujours se préoccuper d'en éloigner les moindres traces, et par conséquent les lavages ont dû se faire avec le plus grand soin.

Sans entrer dans le détail des cas connus de décomposition du pyroxyle à la température des lieux où il était conservé, nous nous bornerons à parler de décompositions que nous avons observées sur des échantillons de la fabrication de 1847, qui avaient été lavés avec un soin tout particulier, soit à l'eau pure, soit à l'eau alcaline.

Sur 28 échantillons placés dans de petits flacons bouchés à l'émeri, sous un poids de quelques grammes, 16 ont subi des altérations diverses.

Nous avons pris au hasard l'un des échantillons altérés pour en faire l'examen. Cet échantillon était, à l'origine, formé de 6 grammes de pyroxyle qui

avaient été lavés à l'eau de potasse et abandonnés, depuis le 17 mars 1850 (soit 14 années), dans un flacon à l'émeri imparfaitement bouché. Il avait laissé un résidu représentant 79 pour 100, de couleur jaune foncée, d'une acidité notable, mais *sans acide sulfurique*. Ce résidu se dissolvait *complétement* dans l'eau et réduisait, comme le glucose, le tartrate de cuivre potassique. Sa dissolution bouillante répandait une odeur franche de vinaigre, et, chose remarquable, elle dégageait de l'ammoniaque sous l'action de la potasse.

Il y a donc, dans les circonstances atmosphériques ordinaires, des exemples incontestables d'altération spontanée du pyroxyle, et, qui plus est, d'un pyroxyle lavé à l'eau alcaline.

Or nous avons vu qu'à chaud le pyroxyle se décompose de quatre manières différentes; que dans certains cas, il détone, et que dans d'autres, en apparences identiques, il se détruit sans s'enflammer. Pourquoi n'en serait-il pas de même pour le pyroxyle maintenu à des températures basses? Pourquoi, au cas de décomposition simple à la température ordinaire, n'y aurait-il pas lieu de joindre des cas de détonation? L'analogie est trop évidente pour qu'on soit obligé de recourir à la supposition

de mauvais lavages pour expliquer les inflammations de pyroxyle.

Nous admettons qu'un pyroxyle mal lavé sera plus exposé à se décomposer qu'un pyroxyle bien préparé. Mais, en présence de la facilité avec laquelle tous les échantillons de pyroxyle, quelle qu'en soit la provenance, se décomposent à la température de 60 degrés, et surtout en remarquant que plus de la moitié des échantillons conservés, par l'un de nous, dans des conditions exceptionnellement favorables, se sont décomposés, on est en droit de conclure que l'emmagasinement de grandes quantités de pyroxyle présente des chances terribles d'explosion.

Est-il permis d'ailleurs de conclure, avec M. le général Lenk, que les explosions sont impossibles ou du moins très-improbables, parce qu'il aurait conservé, pendant une dizaine d'années, sans altération de grandes quantités de pyroxyle ? Il faudrait pour cela ne tenir aucun compte de l'explosion survenue en Autriche, dans le magasin n° 9, prè Simmering, explosion qui, comme nous l'avons déjà dit, ne peut s'expliquer que par une inflammation spontanée du pyroxyle.

Le pyroxyle le mieux lavé, celui de M. le géné-

ral Lenk par exemple, devient acide par une longue exposition au soleil. Un pyroxyle primitivement alcalin, exposé ainsi à l'action de la lumière pendant quelques semaines dans un flacon de verre, c'est-à-dire en contact avec des parois à tendances alcalines, donne des réactions acides.

Dans l'obscurité même, ce passage à l'acide se produit infailliblement à la longue, et nous avons vu des échantillons de pyroxyle qui, après avoir été passés dans des bains alcalins, puis conservés dans des boîtes fermées pendant plusieurs années, finissaient par corroder le papier qui les enveloppait.

Il y a donc, dans le pyroxyle soumis à l'action de l'air et de la lumière, même obscure, un commencement d'altération. Cette altération, très-faible en commençant, peut quelquefois traverser des années sans grandir ni présenter d'inconvénients; mais tout d'un coup et sans qu'on puisse encore en préciser la cause, elle peut se développer et donner une élévation de température qui occasionne une détonation. Quand on voit le pyroxyle s'altérer et devenir entièrement soluble par une longue exposition à la lumière diffuse, on ne peut s'empêcher d'admettre la possibilité d'une décomposition accompagnée de détonation, car la

détonation, quand il s'agit d'une matière aussi instable, doit toujours être proche de la décomposition.

On a voulu attribuer aussi les cas de détonation spontanée, survenus notamment en France, à ce que le coton n'avait pas subi une imprégnation assez longue ni assez énergique de la part des acides sulfurique et azotique.

Nous ne pouvons adopter cette opinion, après avoir constaté des effets semblables dans l'action des températures de 100°, 80°, 60° et 55° sur les pyroxyles du Bouchet, imprégnés une heure, et sur ceux de M. le général Lenk, imprégnés 48 heures. Nous inclinons au contraire à penser que les pyroxyles préparés avec de grandes quantités d'acides très-concentrés et en prolongeant les durées d'immersion, sont plus sujets à s'enflammer spontanément.

V

Comparaison des pyroxyles Lenk et de ceux du Bouchet relativement aux propriétés balistiques et brisantes.

Il nous reste à faire connaître les résultats des

épreuves exécutées au fusil-pendule pour comparer sous le rapport balistique ces deux catégories de pyroxyles.

25 coups ont été tirés avec les pyroxyles Lenk, 15 avec les pyroxyles du Bouchet, à la charge de 3 grammes avec des balles rondes du poids de 25 gr. 50 cent.

En prenant pour chaque catégorie la moyenne des vitesses de balles, puis le coup le plus fort et le plus faible, nous avons trouvé :

	PYROXYLES	
	Lenk	du Bouchet
Vitesse moyenne.	385ᵐ 36	394ᵐ 32
Coup le plus fort.	441 53	445 94
Coup le plus faible	357 63	357 63

On peut, dans le tir d'un même échantillon de pyroxyle, recontrer des différences plus grandes que celles que présentent les chiffres ci-dessus. Par exemple le pyroxyle apporté d'Autriche par M. le général Lenk a été tiré deux fois :

Le 17 février, il a donné. . . . 374ᵐ 40

Et le 8 mars. 408ᵐ 40

Nous croyons donc pouvoir tirer des résultats précédents cette conclusion que les pyroxyles Lenk et du Bouchet jouissent de la même force balistique.

Pour ces épreuves, la charge du pyroxyle occupait dans le fusil une hauteur de 5 centimètres. On se proposait de les refaire en bourrant plus fort et en réduisant cette hauteur à 3 centimètres. Mais, au premier coup tiré avec ce mode de chargement et avec 3 grammes de pyroxyle fait à Paris au dosage de M. le général Lenk, le canon a été brisé.

Ce fait est analogue à ce qui a été observé à diverses reprises dans le tir du pyroxyle du Bouchet. Nous y trouvons une preuve de la ressemblance du pyroxyle autrichien et du pyroxyle français sous le rapport de la propriété brisante.

Nous ne rappellerons pas ici toutes les tentatives de la commission de 1846 pour remédier à cet inconvénient de la trop rapide combustion du pyroxyle, mais nous devons parler de celles qui ont été faites dans le même but par M. le général Lenk.

Il s'est d'abord servi de cartouches comprimées qui n'ont point réussi ; dans une des notes qu'il nous a communiquées, nous lisons qu'une pièce en bronze chargée avec ces cartouches a été mise hors de service à partir du second coup.

Les cartouches qui paraissent atténuer le plus

l'effet brisant du pyroxyle sur les parois des armes sont celles qu'il forme de cylindres en papier recouvert de pyroxyle filé, et qu'il nomme cartouches allongées.

D'après la même note, au moyen de ces dernières cartouches, une pièce de 12 aurait tiré, sans altération de l'âme, 1000 coups à la charge d'environ 481 grammes de pyroxyle donnant au projectile une vitesse de 427 mètres.

Mais cette vitesse, à laquelle se sont arrêtées les expériences en question, est inférieure à celle que l'on obtient en France dans les pièces de 12 avec la charge de 2 kilogr, de poudre ordinaire et qui est d'environ 480 mètres. C'est cette dernière vitesse que la commission de 1846 voulait atteindre, quand elle employait 667 grammes de pyroxyle. Or il n'est point démontré que les cartouches du système Lenk seraient inoffensives pour les bouches à feu, si l'on y augmentait la quantité de pyroxyle pour obtenir la même vitesse qu'en France.

Au reste, l'auteur de l'un des rapports autrichiens reconnaît que le but n'est pas encore atteint, et que les moyens mécaniques employés pour empêcher le pyroxyle de développer ses effets brisants, neutralisent une partie de sa force propulsive, Il arrive à

conclure que le problème ne sera résolu que lorsqu'on fabriquera des canons avec lesquels on pourra négliger la force brisante. Ce serait aussi notre avis ; mais est-il possible d'entrer dans cette voie, lorsqu'on est arrêté par l'objection des explosions spontanées, qui, pour nous, domine encore la question.

VI.

RÉSUMÉ.

Malgré les différences qui existent entre le procédé de M. le général Lenk et celui qu'on suivait il y a dix-sept ans à la poudrerie du Bouchet, on obtient par les deux méthodes le même pyroxyle, sauf 2 0/0 d'un silicate qui existe dans le pyroxyle donné comme type de la fabrication d'Hirtenberg.

Ce silicate n'a point été trouvé dans le pyroxyle provenant d'une fabrique anglaise, montée cependant à l'instar de la fabrication autrichienne, Dans aucune de nos expériences il n'a exercé d'in-

fluence appréciable pour nous sur les propriétés du pyroxyle ; son addition nous paraît donc inutile.

Abstraction faite de ce corps inerte, tous les pyroxyles que nous avons analysés, autrichiens, anglais et français, nous ont présenté la même composition centésimale.

Des chimistes allemands ayant adopté pour le pyroxyle de M. le général Lenk une formule qui ne s'accorde pas avec nos analyses, nous les avons répétées un grand nombre de fois et contrôlées de manière à ne conserver aucun doute sur la nouvelle formule que nous opposons à celle de nos savants contradicteurs.

Un autre passage de leur rapport fixe à 136 degrés la plus basse température à laquelle a lieu l'explosion du pyroxyle d'Hirtenberg. C'est un point sur lequel nos expériences nous obligent encore à être en désaccord avec eux. En effet, ce pyroxyle a produit, comme celui du Bouchet, plusieurs explosions à la température de 100 degrés. Une fois même, du pyroxyle fabriqué à Paris suivant le procédé Lenk, et parfaitement lavé, a fait explosion à 47 degrés seulement.

En prolongeant suffisamment l'action de la tem-

pérature à 80, à 60, à 55 degrés; nous avons constaté des décompositions du même genre dans le pyroxyle autrichien et dans le pyroxyle français.

D'après cela, nous sommes convaincus qu'avec le temps le premier doit éprouver les mêmes décompositions que le second.

Sur 28 échantillons de la fabrication du Bouchet que nous avons examinés au bout de 17 ans, 16 s'étaient décomposés à la température ordinaire. Ce phénomène explique, pour nous, les inflammations spontanées, en raison de l'élévation de température qu'il doit développer sur de grandes masses.

Nous avons constaté la même force balistique dans les deux catégories de pyroxyles.

La propriété brisante qui a fait rejeter le pyroxyle par l'artillerie française parait appartenir avec le même degré d'énergie au pyroxyle autrichien.

Cette propriété peut toutefois être atténuée par l'emploi des cartouches spéciales formées de cylindres en papier recouverts de pyroxyle filé; mais dans les expériences exécutées à ce sujet en Autriche, avec des pièces de 12, on est resté au-dessous de la vitesse initiale que l'on voulait obtenir en France.

Au reste, l'opinion contraire à l'emploi du pyroxyle dans les canons prévaut maintenant en Autriche, car on y renonce au matériel spécial d'artillerie qui avait été créé pour cet emploi.

Paris, le 27 mai 1864.

PELOUZE,
Membre de l'Institut.

MAUREY.
Commissaire des poudres et salpêtres de 1re classe.

RAPPORT A L'EMPEREUR

APPROUVÉ PAR SA MAJESTÉ,

DU MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, ADJUGEANT LE PRIX DE 50,000 FR. INSTITUÉ EN 1852, EN FAVEUR DE L'AUTEUR DES APPLICATIONS LES PLUS UTILES DE LA PILE DE VOLTA, ET A L'EFFET D'OUVRIR UN NOUVEAU CONCOURS POUR UNE TROISIÈME PÉRIODE DE CINQ ANS.

Paris, le 12 septembre.

RAPPORT A L'EMPEREUR,

SIRE,

Votre Majesté a bien voulu, par son décret du 8 mai 1858, ouvrir pour une seconde période de cinq années, le concours qu'Elle avait institué en 1852 pour un prix de cinquante mille francs en faveur de l'auteur des applications les plus utiles de la pile de Volta. Cette prorogation, dictée par un sentiment de libérale sollicitude pour les progrès de la science, a porté ses fruits. La commission chargée de juger les résultats du premier concours, tout en reconnaissant la valeur et l'importance de quelques-uns de ces résultats, et en

appelant sur leurs auteurs les encouragements bienveillants de l'Empereur, n'avait pas pensé qu'il y eût lieu de décerner la haute récompense proposée par Votre Majesté.

Aujourd'hui, Sire, cette même commission a constaté une amélioration notable dans les travaux, dans les essais et les procédés des concurrents, et elle a jugé digne du prix M. Ruhmkorff, qui, déjà placé en première ligne dans le concours précédent, a su, à l'aide de nouveaux perfectionnements apportés dans ses appareils, aussi remarquables par la simplicité que par la puissance, obtenir de l'électricité des effets d'une énergie merveilleuse, destinés à rendre à l'industrie les plus grands services, et à frayer la voie à la science vers de nouvelles découvertes.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de Votre Majesté le rapport du savant académicien qui a présidé et dirigé les travaux de la commission. Votre Majesté y trouvera, en même temps qu'un témoignage de l'attention scrupuleuse avec laquelle ce jury si compétent a rempli sa mission, le développement des raisons qui ont déterminé son jugement, et l'exposé des efforts heureux et méritoires d'autres expérimentateurs et de leurs progrès dans

les diverses applications de la pile à la mécanique, à l'éclairage, à la médecine pratique.

La commission a surtout distingué parmi eux et m'a prié, par l'organe de son président, de signaler particulièrement à la bienveillance de l'Empereur M. Froment, auquel une médaille a déjà été décernée dans le premier concours, qui n'a cessé depuis de consacrer honorablement son temps et sa fortune à la poursuite et à la réalisation de toutes les idées relatives aux mécanismes électriques, et qui, par ses conceptions ingénieuses et par la parfaite exécution de ses appareils, s'est acquis la reconnaissance universelle des savants, des artistes et des inventeurs. Un avancement dans l'ordre impérial de la Légion d'honneur serait une marque de juste estime pour ses travaux.

Il me reste, Sire, à soumettre à Votre Majesté un autre vœu de la commission, auquel je m'associe avec empressement. Les progrès toujours croissants de la véritable intelligence et de l'utile emploi des forces de la nature, l'ont convaincue que l'électricité, cet agent mystérieux et fécond, dont la science s'efforce de saisir les secrets, tient encore en réserve des merveilles inattendues, et qu'une étude persévérante peut seule nous les révéler. La com-

mission, persuadée qu'on devait espérer maintenant plus que jamais le succès des vues qui ont inspiré Votre Majesté, en fondant un prix en faveur de la meilleure application de la pile de Volta, considérerait comme très-opportune l'ouverture d'un nouveau concours pour une troisième période de cinq ans.

Afin d'assurer l'exécution du décret du 8 mai 1858, et celle de la décision prononcée en faveur de M. Ruhmkorff, en même temps que pour satisfaire au vœu de la commission, j'aurai l'honneur de demander à Votre Majesté l'autorisation de présenter à l'examen du conseil d'État et à la sanction du Corps législatif, deux projets de lois : l'un ayant pour objet d'ouvrir au ministère de l'instruction publique un crédit extraordinaire de 50,000 fr. sur le budget rectificatif de 1865, l'autre portant renouvellement du concours pour une troisième période de cinq ans.

Je suis avec respet,

Sire,

de Votre Majesté

Le très-humble, très-obéissant et très-fidèle serviteur,

Le ministre de l'instruction publique,

V. DURUY.

Approuvé :

NAPOLÉON.

Monsieur le ministre,

Par son décret du 23 février 1852, l'Empereur a fondé un prix de 50,000 fr. à décerner après cinq ans à l'auteur de la découverte la plus importante, concernant les applications de l'électricité. La commission chargée de juger les travaux présentés au concours de 1857 fut d'avis qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix, mais que des efforts heureux ayant été effectués, elle regardait comme un devoir d'appeler la bienveillance de Sa Majesté sur leurs auteurs, et de prier l'Empereur de permettre que le concours fût ouvert une seconde fois.

Les vœux de la commission ayant été écoutés, les récompenses qu'elle sollicitait furent décernées et le concours fut rétabli.

Appelée de nouveau à en apprécier les résultats, la commission (1) a constaté une amélioration non

(1) Cette commission était composée de :

MM. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, président.
Pelouze, membre de l'Institut.
Regnault, membre de l'Institut.
Rayer, membre de l'Institut.
Serres, membre de l'Institut.
Becquerel, membre de l'Institut.

douteuse dans la nature des travaux qui lui étaient soumis. Les rêveurs, les faiseurs de projets ont disparu pour ainsi dire. Les expérimentateurs sérieux, les idées pratiques ont continué leur œuvre et fait leur chemin.

La commission aurait donc pu désigner plus d'un concurrent comme ayant approché du prix; elle a dû choisir. Elle a eu à étudier plus d'une de ces applications de l'électricité, qui ouvrent à l'avenir des espérances considérables et qu'elle croit prêtes à les réaliser. N'est-ce pas la preuve que les deux concours ont eu l'effet qu'en attendait Sa Majesté? N'ont-ils pas dirigé, comme Elle l'espérait, vers l'étude des applications utiles de l'électricité des esprits éclairés et persévérants, guidés par des vues dont l'importance et la justesse ne sont plus contestées?

C'est tout ce qu'on pouvait se promettre, lors-

MM. Le baron Ch. Dupin, membre de l'Institut.
Le baron Séguier, membre de l'Institut.
Le général Morin, membre de l'Institut.
Le général Piobert, membre de l'Institut.
Henri Sainte-Claire-Deville, membre de l'Institut.
Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, chef du service des phares.
Jamin, professeur de physique à la Faculté des sciences.

que le concours a été ouvert pour la première fois. Dégager la vérité, faire justice des idées fausses, donner aux idées vraies la mesure de leurs forces et les empêcher de s'engager dans des voies sans issue, tels étaient le but du concours et l'intérêt du jugement qui devait en proclamer les résultats. Le progrès viendra avec le temps. L'électricité est un agent trop puissant et trop récemment mis aux mains de l'homme pour qu'on ait à craindre qu'il y demeure stérile ; ce qu'il fallait redouter, c'est que les études entreprises en vue de l'utiliser restant égarées au milieu des utopies et des illusions, l'électricité ne fût frappée d'un discrédit qui aurait remis à long terme l'époque où l'homme en fera jaillir les ressources merveilleuses qu'elle recèle.

Appareil de Ruhmkorff. — La commission est d'avis que le prix de 50,000 fr. mis au concours par l'Empereur doit être décerné à M. Ruhmkorff, artiste qu'elle avait distingué dans le concours précédent, et sur les travaux duquel elle avait appelé déjà l'intérêt de Sa Majesté.

M. Ruhmkorff a été ouvrier chez quelques-uns de nos meilleurs constructeurs d'instruments de précision, ouvrier en chambre plus tard, et enfin

chef, à son tour, d'une maison dont la célébrité s'étend et s'accroît chaque année.

Son éducation s'est faite peu à peu, par la réflexion, par l'étude de quelques livres sans cesse médités, par les leçons de quelques professeurs, entendues comme à la dérobée, aux heures bien rares du loisir. Modeste dans sa vie, d'une persévérance que rien ne distrait, d'une abnégation qui lui a mérité les plus illustres témoignages d'estime. M. Ruhmkorff restera comme un type digne de servir de modèle à ces nombreux et intelligents ouvriers qui peuplent les ateliers de précision de la capitale.

Qu'ils sachent comme lui borner leurs désirs, qu'ils poursuivent la perfection dans la main-d'œuvre et la justesse des vues dans la conception, qu'ils concentrent comme lui leur attention sur un seul objet et qu'ils luttent sans relâche comme lui jusqu'à ce qu'ils s'y soient fait une supériorité de bon aloi ; et pour eux aussi, les satisfactions de l'âge mûr, compensation des sacrifices et des privations de la jeunesse, ne leur manqueront pas, dans un pays où, plus que jamais, tous les mérites trouvent leur récompense.

A l'époque mémorable où Ampère étonnait le monde savant par la succession rapide de ces dé-

couvertes qui ont fondé l'électricité dynamique, nouvelle contrée qui venait d'être ouverte à tous par Œrstedt, mais où Ampère seul savait se diriger, comme s'il en eût seul possédé la carte, ce grand physicien avait prévu l'existence de ces effets électriques singuliers qu'on désigne sous le nom de phénomènes d'induction et que l'illustre Faraday a mis en évidence en 1832.

Toutes les fois que l'électricité de la pile entre en rapport avec un fil conducteur et qu'elle y produit un courant, toutes les fois qu'on interrompt la communication et qu'il y a rupture du courant, les phénomènes qui se manifestent ne demeurent pas bornés à cette transmission ou à cet arrêt de l'onde électrique en mouvement dans le fil.

Les corps voisins du fil conducteur en sont influencés. Si le fil qui reçoit le courant est contourné autour d'une bobine, enveloppée elle-même d'une autre bobine d'un fil libre, toutes les fois qu'un courant direct naît ou cesse dans la première, un courant induit, inverse ou direct se manifeste dans la seconde.

En multipliant ces interruptions et en les rendant rapides, la bobine d'induction pouvait donc devenir un appareil électrique d'un ordre spécial

et nouveau. Deux physiciens, MM. Masson et Bréguet, ayant réalisé cette conception sur une échelle suffisante, reconnurent ce fait inattendu que l'électricité ainsi recueillie déjà par M. de la Rive, offrait les phénomènes de tension qui la rapprochaient de l'électricité des machines à plateau de verre.

Dès 1851, M. Ruhmkorff se vouait à la construction et au perfectionnement de cet appareil ; il a fini par lui imposer son nom et par lui donner à la fois une importance qui n'est pas contestée au point de vue scientifique, et une énergie formidable qui en fait la base de sérieuses applications.

L'appareil de Ruhmkorff lie donc l'une à l'autre ces deux formes de l'électricité, qui étaient séparées comme par un abîme : l'électricité des anciennes machines, caractérisée par la faculté de produire des étincelles et par une forte tension, et l'électricité de la pile, caractérisée par une très-faible tension et par l'impuissance à fournir des étincelles véritables.

Les machines électriques à disques de verre donnaient une quantité d'électricité, faible, mais douée d'une tension très-grande ; la pile de Volta produisait une quantité d'électricité très-grande, mais

douée d'une tension très-faible. La machine d'induction de Ruhmkorff transforme ces deux électricités l'une en l'autre de la façon la plus simple et la plus pratique. Elle permet d'obtenir, avec la pile de Volta, les plus puissants effets de fulguration des machines à frottement. Mais, gardant quelque chose de son origine, si l'électricité des appareils de Ruhmkorff se rapproche de celle des machines à frottement par sa tension, elle reste par sa quantité en relation avec l'électricité voltaïque dont elle dérive.

MM. Fizeau, Foucault, Poggendorf, ont à divers titres contribué au perfectionnement de ce nouveau générateur qui, au lieu d'emprunter aux actions chimiques ou calorifiques la force qui produit l'électricité, met à contribution l'une des formes connues de l'électricité pour produire l'autre.

Les effets de la machine de Ruhmkorff sont populaires. Elle se charge presque instantanément. Son étincelle enflamme les combustibles, fond les métaux et les terres les plus réfractaires, reproduit tous les effets de la foudre et traverse sans hésitation, en les perçant, des masses de verre de 10 centimètres d'épaisseur.

Autant les chimistes avaient pu étudier avec facilité les effets de la pile de Volta sur les composés solides ou liquides dont ils poursuivaient l'étude, autant il leur avait été difficile de soumettre, soit ces mêmes corps, soit surtout les vapeurs ou les gaz, avec un égal succès à l'action de l'électricité des machines de verre toujours lente à développer, toujours inégale dans sa production et ses effets. Au moyen de l'appareil de Ruhmkorff, au contraire, M. Perrot a pu décomposer l'eau en vapeur ; MM. Ed. Becquerel et Frémy ont pu combiner bien plus rapidement que Cavendish ne l'avait fait au siècle dernier, les éléments de l'air et reconstituer à leur aide l'acide nitrique.

Si les découvertes de Franklin ont mis hors de doute l'identité de l'électricité et de la foudre, il reste néanmoins dans les phénomènes qui accompagnent les orages bien des circonstances dont l'explication n'est point encore accessible à la science. Aussi, doit-on regarder comme une acquisition très-digne d'intérêt pour la physique des météores, ce fait que l'étincelle de la machine de Ruhmkorff se compose de deux parties distinctes : un trait de feu instantané et une auréole dont la durée est mesurable. L'aimant dévie celle-ci ; un

souffle ou un corps en mouvement l'entraînent, et l'étincelle électrique ainsi partagée continue sa route dans ces deux directions à la fois, tant qu'on n'interrompt pas le passage du courant voltaïque. MM. le comte du Moncel, Perrot et Lissajoux poursuivent l'étude de ce sujet aussi important que nouveau et inattendu.

Quand on lance l'étincelle électrique entre deux pointes et dans un espace vide, il se développe une lumière : on le savait. Mais qu'il y a loin de l'ancienne expérience, si pénible et si souvent douteuse, au spectacle magique déployé par les étincelles de la machine nouvelle éclatant dans des vases vides, ou renfermant des gaz plus ou moins raréfiés !

La lumière prend diverses teintes dans les divers gaz ; elle illumine vivement tous les corps fluorescents ; elle se divise en couches parallèles, séparées par des espaces obscurs, perpendiculairement à l'axe des récipients. Ces colonnes lumineuses, colorées, obéissent à l'action de l'aimant qui les attire ou les repousse et qui leur imprime à volonté ces mouvements de translation ou de rotation au moyen desquels M. de la Rive a reproduit les apparences et les circonstances observées

dans les aurores boréales, justifiant ainsi l'analogie qu'on avait reconnue entre les lueurs électriques produites dans le vide et les aurores polaires.

Eclairés de la sorte, les tubes de verre répandent une lumière assez vive pour qu'on ait pu les employer : dans les mines où l'on a des explosions à redouter, sous l'eau pour éclairer les plongeurs, en chirurgie pour porter dans l'arrière-bouche et dans les organes profonds un appareil éclairant qui n'y développe aucune sensation de chaleur.

L'électricité se meut avec une vitesse infinie, pour ainsi dire ; mais l'appareil de Ruhmkorff, qui fournit si aisément des étincelles capables de percer une bande de papier enroulée sur un cylindre en mouvement, s'adapte bien mieux à marquer le moment où le boulet sort de la pièce d'artillerie et celui où il frappe la mire, et à mesurer par conséquent sa vitesse que les appareils électriques précédemment employés à cet usage extraordinaire.

L'étincelle de l'appareil de Ruhmkorff enflamme les combustibles et fait détonner les mélanges gazeux. Elle a fourni à la machine à gaz de Lenoir le moyen régulier nécessaire pour y produire les inflammations périodiques auxquelles elle

emprunte sa puissance mécanique. Cinq cents machines de Ruhmkorff, construites en vue de leur application aux machines Lenoir, témoignent à la fois de la nécessité de leur intervention dans la construction de ce nouveau moteur et du succès croissant des applications que celui-ci obtient dans l'industrie des petits ateliers de famille, si dignes de la sollicitude d'une politique prévoyante.

L'exploitation des carrières, le percement des tunnels, l'explosion des mines à grande charge font aujourd'hui un emploi journalier de l'appareil de Ruhmkorff. La sûreté de son jeu et les grandes distances auxquelles il porte l'étincelle capable d'enflammer les amorces, permettent d'effectuer sans péril l'explosion de mines qui remuent des masses importantes ou qui brisent des obstacles inaccessibles.

On avait déjà enflammé des mines à l'aide de la pile, mais l'appareil de Ruhmkorff a laissé bien loin tous les autres procédés, par le très-petit nombre d'éléments qu'il exige, trois au lieu de cent ; par la puissance de son étincelle, qui évite tous les ratés ; enfin par la possibilité qu'il donne, et qui lui est propre, d'enflammer simultanément,

d'un seul jet, huit ou dix fourneaux de mine à la fois.

M. Trève, lieutenant de vaisseau, qui a suivi l'emploi de cet appareil, rend très-bon compte de ses effets. Dès 1858, il fut appliqué pour dégager les abords de Venise, où un grand nombre de barrages avaient été établis dans les lagunes.

En 1860, dans l'expédition de Chine, il fut mis à profit pour faire sauter le fort principal du Péïho, au moyen de huit fourneaux enflammés simultanément, ainsi que les estacades en fer enfoncées au fond du fleuve, et dont le poids était assez grand pour en faire un obstacle qui méritait attention.

Application de l'électricité aux arts mécaniques. — Si la commission n'avait pas trouvé réunies dans l'appareil de Ruhmkorff ces conditions rares, qui en font pour la science un instrument fécond de découvertes de tout genre, qui ouvrent à l'électricité une voie nouvelle et inattendue, et qui marquent déjà par d'incontestables services sa place dans les travaux journaliers de l'industrie ou de l'art militaire, elle aurait signalé des candidats très-dignes d'approcher, sous d'autres rapports, de la haute récompense promise par Sa Majesté.

Sans doute, malgré la perfection singulière à laquelle ont été portés certains moteurs électriques, des obstacles jusqu'ici non surmontés font que le cheval-électricité coûte vingt ou trente fois plus cher environ, que le cheval-vapeur. Comme moteur, pour les travaux de force, l'électricité est donc loin encore de remplacer la vapeur.

Mais l'électricité peut jouer d'autres rôles dans les arts mécaniques : tantôt, comme dans la machine Lenoir, en enflammant des gaz qui, dilatés par cette élévation soudaine de température, poussent un piston alternativement dans les deux sens, à la manière de la vapeur, et en font un moteur ; tantôt pour produire, à un moment donné et à distance, le mouvement de certains organes mécaniques légers, qui déterminent par embrayage la liaison et le jeu d'organes mus par des mécanismes puissants.

Elle intervient alors à la façon du système nerveux des animaux qui transmet les ordres et qui laisse aux muscles le devoir de les exécuter.

C'est ainsi que fonctionne, par exemple, le frein automoteur proposé par M. Achard, ancien élève de l'École polytechnique. Le courant électrique

dirigé par le mécanicien met en présence les organes du frein, qui, empruntant aux roues même du wagon en mouvement la force vive qu'elles possèdent, s'en sert pour modérer leur vitesse. C'est par un procédé fondé sur le même principe que M. Achard propose également de pourvoir à l'alimentation spontanée des chaudières à vapeur.

Remplaçons le mécanicien dont l'intelligence intervient pour fixer le moment où il s'agit soit d'établir, soit de rompre le courant, c'est-à-dire pour donner le mouvement au système ou pour le rendre au repos; remplaçons-le par un style métallique se promenant sur une surface préparée à dessein, qui puisse tantôt transmettre, tantôt interrompre la marche de l'électricité, et nous pourrons obtenir divers effets dont l'industrie cherche de plus en plus à tirer parti.

Entourons un cylindre, par exemple, d'un papier métallique sur lequel on aura tracé un dessin avec une encre non conductrice de l'électricité, et pendant que ce cylindre tourne sur son axe, faisons mouvoir lentement dans le sens de l'axe une pointe métallique appuyée sur la surface. Celle-ci décrira une spirale, à tours très-rapprochés, si on le veut. Or, quand la pointe touchera la surface métallique,

elle laissera passer le courant; lorsqu'elle se promènera sur les traits d'encre, le courant sera rompu. Dès lors, si sur un autre cylindre on fait tourner de la même manière un burin, celui-ci peut être guidé de façon à s'écarter du métal, quand le courant passe, et à s'en rapprocher et à le creuser au moment où il s'interrompt. Le dessin du premier cylindre devient ainsi gravure sur le second, sans que la main de l'artiste ait eu à s'en occuper. Telle est la machine à graver de M. Gaiffe, maintenant employée avec un succès incontestable pour la gravure des cylindres destinés à l'impression des étoffes.

Remplacez le burin par un style se promenant sur un papier sensible où le courant, quand il passe, développe un trait coloré qui ne se produit plus quand le courant s'arrête, et l'on aura une idée assez juste du pantographe de M. Cazelli. Celui-ci transmet d'un bout de la France à l'autre les dépêches dans une langue quelconque, les tracés, les dessins, tout ce que porte le modèle à reproduire. L'exactitude de la transmission et celle du fac-simile sont absolues; car elles dépendent d'une loi brutale et n'obéissent qu'à elle; l'intelligence, l'attention, l'adresse des employés n'y

peuvent rien, et l'interprétation des dépêches se passe entièrement de leur concours. Il a suffi d'écrire le modèle sur un papier métallique, et, pour en obtenir la reproduction, de recevoir la dépêche sur un papier rendu impressionnable au courant électrique par son immersion dans un agent chimique convenablement choisi.

C'est une application de la même pensée qu'on rencontre dans le métier à tisser proposé par M. Bonelli. Quand il s'agit de fabriquer la toile, tout le monde sait que le tisserand soulève alternativement les fils pairs et les fils impairs de la chaîne et qu'il fait passer à chaque fois, d'un coup de navette, le fil de la trame entre eux. Mais, si l'on se propose de produire un dessin sur l'étoffe, il est indispensable de soulever les fils de chaîne dans un ordre déterminé, variant à chaque coup de navette, afin que chaque portion correspondante du dessin se produise sur toute la ligne de trame. Ce que les tireurs de lacs exécutaient à la main, ce que produisent les cartons percés de trous correspondant aux numéros des fils de chaîne qui, à chaque coup de navette, doivent être mis en jeu dans le métier Jacquart, l'électricité l'obtient au moyen d'un carton métallique couvert d'un dessin non

conducteur sur lequel passent des pointes correspondant à chaque fil de chaîne. Selon que celles-ci touchent le métal ou le dessin, le courant s'établit ou s'interrompt, et les fils s'élèvent ou restent immobiles.

Le métier de M. Bonelli a été peut-être conçu en vue de résoudre un problème trop compliqué ; aussi les organes en sont-ils nombreux et délicats Mais le principe sur lequel il est fondé est indépendant de cette complication. Il n'y aurait donc pas lieu d'être surpris si, après avoir eu peu de succès auprès de la fabrique lyonnaise, il trouvait plus tard, dans quelque autre industrie du même ordre, une application sérieuse et durable.

C'est surtout pour les occasions où le mécanicien a besoin de transporter au loin une force d'une intensité faible, mais intelligente en quelque sorte et exacte à sa consigne, que l'électricité demeure, jusqu'à présent, sans rivale.

Sous ce rapport, elle s'adapte à la télégraphie de manière à ne pouvoir être remplacée par aucune autre force. Cette application de l'électricité est fondée ; il lui reste à régler seulement et à perfectionner les détails de ses appareils, à coordonner

la marche de ses opérations, ce qu'elle fait chaque jour. Mais la commission ne pouvait pas confondre avec ces changements, que toute industrie vivante et vigoureuse subit sans cesse une idée neuve du professeur américain Hugues. Elle constitue une combinaison tout à fait à part, qu'elle doit signaler.

Que l'on dispose à Paris et à Marseille deux cadrans identiques, offrant vingt-quatre divisions, c'est-à-dire les vingt-quatre lettres de l'alphabet. Chacun d'eux porte une aiguille mue par un poids avec une vitesse de cent vingt tours à la minute. La précision des machines est telle que, si les deux aiguilles partent en même temps d'un point du cadran quelconque, mais identique, elles passent toujours, au même moment précis, sur les mêmes lettres des deux cadrans. C'est un prodige de mécanique; mais l'accomplir n'était qu'un jeu pour le mécanicien éminent qui s'en est chargé et qui n'eût pas trouvé beaucoup de concurrents dans cette entreprise.

Chacun de ces appareils possède une roue d'imprimerie correspondant à son aiguille et portant les mêmes lettres que le cadran; cette roue les amène vis-à-vis d'une bande de papier.

Ainsi, quand la lettre A, par exemple, passe à Paris, elle passe aussi à Marseille, et, au moyen d'un petit mouvement, la bande de papier se rapprochant de la roue, reçoit l'empreinte de la lettre A. L'électricité détermine ce mouvement, quand, à la station du départ de la dépêche, on abaisse la touche A du clavier de l'instrument. Comme l'électricité n'est utilisée que pour déterminer un embrayage, elle n'a besoin que d'une puissance très-faible. Les actions mécaniques des deux appareils sont exécutées par des contre-poids ou tournebroches locaux qu'on remonte quand il le faut.

Or, on l'a dit déjà, la commission est d'avis qu'il faut, en principe, charger l'électricité d'exécuter seulement ce qu'elle est seule capable de faire, et qu'on doit toujours éviter de l'employer soit à proximité de la source, soit surtout à grande distance, à réaliser des efforts mécaniques dont le prix de revient excessif limiterait nécessairement les applications les plus utiles de cet agent.

A ce seul titre, l'appareil du professeur Hugues l'aurait intéressée assurément, mais la rapidité des transmissions est tellement inouïe, qu'on en est confondu. Quelle que soit la rapidité du mouve-

ment des doigts sur le clavier du départ, la dépêche est imprimée à l'appareil d'arrivée. Si les dispositions de l'appareil du professeur Hugues étaient adoptées et qu'on mît à profit pour son service les prodiges de doigter dont les femmes font preuve dans l'étude du piano, nous verrions des sténographes d'un nouveau genre imprimer un discours, simultanément à Strasbourg, Marseille et Bordeaux, pendant qu'on le prononcerait à Paris. Et pourquoi ne le verrions-nous pas ?

Après avoir signalé ces merveilles de la mécanique et rendu justice aux auteurs de ces applications, la commission s'empresse de constater combien est grande la part qui revient dans toutes ces inventions à la sûreté des réalisations mécaniques. Le métier Bonelli, le pantographe Cazelli, le télégraphe Hugues, sont restés à l'état d'inutiles ébauches, tant que leur construction n'a pas été confiée à M. Froment. Mais, à partir de ce moment, les difficultés qui s'étaient opposées à leur exécution ont disparu, et des appareils entièrement transformés et fonctionnant avec régularité ont pu être soumis aux appréciations de la pratique.

M. Froment, ancien élève de l'Ecole polytechnique, aujourd'hui constructeur de machines de

précision, à Paris, n'a pas borné à ces belles applications l'heureux génie dont il est doué. On le retrouve tout entier dans les inspirations qui caractérisent cette multitude de moteurs ou de transformateurs animés par l'électricité qu'on admire dans ses ateliers et qui en font à la fois un établissement unique au monde et une sorte de conservatoire électrique digne de toute l'attention des esprits sérieux.

Éclairage électrique. — Davy, qui disposait d'une pile de 2,000 éléments, représentant une surface totale d'environ 100 mètres carrés, en mit les deux pôles en communication avec deux cônes d'un charbon très-bon conducteur. Ayant amené au contact les pointes de ceux-ci, il en vit jaillir une lumière éblouissante, qui persistait même quand on écartait les charbons jusqu'à 11 centimètres. Il est douteux que Davy ait songé qu'une expérience aussi dispendieuse pût devenir l'occasion d'une application utile. Lorsque l'auteur de ce rapport répétait, il y a trente ans, cette expérience dans les cours publics, et qu'après avoir déclaré que la lumière ainsi produite coûtait 30 fr. par bec et par minute, il ajoutait qu'un jour pourrait venir où

l'emploi de la lumière électrique balancerait pourtant celui des autres procédés d'éclairage, il excitait un sourire général d'incrédulité.

Comment, néanmoins, ne pas attacher une importance extrême à cette production extraordinaire, sans consommation de matière et sans action chimique, d'un foyer lumineux, capable de lutter, dès lors, avec celui qu'auraient produit 200 ou 250 carcels, c'est-à-dire 15 ou 1,800 bougies dont les flammes auraient été réunies dans le petit espace que chacune d'elles occupe ?

Après la découverte de la pile de Bunsen, dès qu'on se fut assuré que trente éléments suffisaient à produire l'arc de Davy, chacun essaya de faire entrer la lumière électrique, au moins dans les usages municipaux : on se trompait.

Lavoisier, dans son mémoire sur l'éclairage de la ville de Paris, faisait remarquer, il y a près d'un siècle, posant ainsi des principes que le temps a confirmés, que pour l'éclairage des villes il faut des flammes très-nombreuses et d'une intensité modérée, et non des flammes très-puissantes et rares. L'éclairage électrique se prête donc mal au service des villes, puisque son caractère propre est

de fournir un jet lumineux éblouissant, mais unique, et de n'en pas permettre la division en petits foyers.

Mais les chantiers momentanés, les mines, les tunnels, les phares, le génie militaire, pouvant, à divers titres, utiliser la lumière électrique, il fallait songer à écarter un obstacle capital. Les cônes de charbon s'usent, leur matière étant transportée ou même brûlée quand on opère à l'air; leur distance s'accroît, le courant cesse de passer, ils s'éteignent. Il fallait imaginer un appareil spécial, un régulateur, pour obvier à cet inconvénient fondamental qui compromettait toute application de la lumière électrique.

M. Léon Foucault fut un des premiers à s'en occuper. Il remplaça d'abord, et c'était une idée heureuse, les charbons éteints sous le mercure qu'employait Davy, par ces charbons durs, homogènes et bons conducteurs qu'on récolte dans les cornues à gaz après un long usage et qu'on trouve dans toutes les usines à gaz en grandes quantités. Du reste, on sait aujourd'hui, grâce à M. Jaquelain, chef du laboratoire de l'École impériale et centrale des arts et manufactures, produire à volonté un charbon aussi dur, aussi bon conducteur et plus

pur que celui des cornues à gaz. Les procédés employés pour cette préparation étant exacts, réguliers et économiques, ils seront mis un jour à profit, cela ne saurait être douteux.

Au moyen de cette substitution d'un charbon dur et homogène à un charbon léger et caverneux, le temps de service des prismes de charbon placés aux pôles de la pile devenait plus long ; ils s'usaient moins vite et se rongeaient plus uniformément.

Mais il fallait un régulateur à l'appareil éclairant, et c'est encore M. Foucault qui en découvrit le principe dans la combinaison suivante : Le courant qui produit la lumière traverse sur sa route les spires d'un électro-aimant et communique le magnétisme à celui-ci. D'où l'on voit que si les charbons communiquent, le foyer lumineux est intense, le courant passe à travers les conducteurs, et l'électro-aimant possède toute sa puissance. Si les charbons s'écartent, la lumière faiblit ou s'éteint, le courant diminue ou se rompt, et l'électro-aimant perd une partie ou la totalité de son pouvoir. Mais alors un contact que l'aimant tenait en arrêt se déplace, détermine les charbons à se rapprocher, et le courant ainsi que la lumière se raniment à la fois.

A la même époque, M. Staite, qui traitait en Angleterre la même question, arrivait, de son côté, à poser le même principe et à le réaliser mécaniquement. Depuis lors, plusieurs mécaniciens ont abordé le problème et en ont proposé diverses solutions pratiques.

Parmi eux, il convient de distinguer M. Serrin. Son appareil s'allume tout seul, chose importante à la guerre ou même pour le service des phares. Il est très-solide, assez simple ; il maintient le foyer lumineux à une hauteur invariable. Les charbons se placent d'eux-mêmes au contact ; ils se rapprochent ensuite dès qu'il le faut et se maintiennent ainsi à une distance limite constante. Un grand nombre d'instruments de ce genre ont été fabriqués par M. Serrin, livrés au public, et les attestations les plus explicites témoignent de leurs bonnes qualités. L'appareil de M. Serrin offre donc tous les caractères d'un outil remplissant les conditions imposées par le service auquel il doit répondre.

Mais M. Foucault a donné depuis un an une dernière solution du même problème, et son nouveau régulateur, construit par M. Dubosc, promet de réaliser mieux qu'aucun autre les conditions de

régularité qu'un tel instrument doit surtout posséder. Ce ne serait pas la première fois que, sur une question difficile, il serait réservé à M. Foucault de dire le premier mot et le dernier.

En même temps, l'éclairage électrique faisait un progrès d'un autre genre. Au lieu de demander à l'action chimique des piles d'électricité dont il avait besoin, il l'empruntait au magnétisme, en faisant mouvoir rapidement des bobines devant des aimants fixes ; de telle sorte que la lumière se produisait au moyen de la force mécanique qui mettait les bobines en mouvement. Dans ce procédé, on brûle un combustible qui, appliqué à produire de la vapeur, se transforme en force mécanique, et une partie de celle-ci se dépense au moment où les bobines, en passant devant les aimants, ont à vaincre la résistance qui les charge d'électricité en mouvement. On part d'une action chimique, la combustion ; on met à profit une action calorifique, celle de la vapeur ; on passe par une action mécanique, et l'on arrive, comme dernière transformation, sous l'influence des aimants permanents, aux développement de l'électricité dynamique elle-même. C'est l'appareil de physique de Pixii, converti en Belgique, par Nollet, en appareil industriel.

A Paris, la compagnie l'Alliance avait tenté de s'en servir d'abord pour d'autres usages et sans succès, lorsque son directeur, M. Berlioz, reconnut qu'il produit la lumière électrique à meilleur marché que les piles. Un ouvrier fort intelligent, Van Melderen, supprima le commutateur qui servait à ramener à une direction constante les courants alternativement opposés qui traversent les bobines; simplification précieuse, car, sans perte de lumière, on diminue les pertes d'électricité et l'on fait disparaître des causes d'usure qui amenaient dans l'appareil d'inévitables dérangements.

Aujourd'hui, les machines de l'Alliance sont donc parfaitement établies; elles s'améliorent par l'usage, parce que leurs aimants s'aimantent à saturation. Elles ont été employées avec succès à l'éclairage permanent des ardoisières d'Angers, à celui de quelques places publiques à Paris, mais momentanément, dans beaucoup de chantiers de travaux urgents et dans les ateliers du chemin de fer du nord de l'Espagne.

Cet heureux ensemble résultant de l'emploi simultané du régulateur Serrin et de la machine de l'Alliance a engagé l'administration des phares à placer un feu électrique sur le cap la Hève, près du

Hâvre. Elle conserve comme terme de comparaison l'un des anciens phares de premier ordre qui s'y trouve établi depuis longtemps et qui équivaut à 600 becs de Carcel. L'arc électrique donne une lumière qui en représente 3,000. Elle se distingue sur-le-champ, par son éclat et sa blancheur autant que par sa puissance, de la lumière du phare à huile, sa voisine, qui paraît rouge.

Le prix de revient de l'unité de lumière, qui s'élève à 7 centimes quand on brûle de l'huile de colza dans les lampes à mèches concentriques de Fresnel et Arago, descend à moins de 2 centimes (1 c. 92), quand on emploie l'électricité, qui cependant n'a pas encore dit son dernier mot. Ce chiffre comprend l'entretien des machines et appareils et l'amortissement du capital d'acquisition.

Galvanoplastie. — La galvanoplastie, et surtout le cuivrage des surfaces métalliques des ouvrages en fonte ou en fer ont été l'occasion de nouvelles études et de perfectionnements dignes d'intérêt. M. Oudry, qui a reçu de la ville de Paris des commandes importantes pour le cuivrage de ses fontaines monumentales et pour celui d'un grand nombre de candélabres, y a trouvé l'occasion de mettre en évidence la durée

et l'efficacité de ses dépôts cuivreux. La commission a vu le progrès de cette industrie avec une grande satisfaction.

Électricité médicale. — L'art de guérir, qui avait demandé à l'électricité des ressources nouvelles, soit pour le traitement des paralysies, soit comme caustique propre à remplacer le cautère actuel, n'a pas trouvé jusqu'ici d'autres emprunts à lui faire. Mais M. le D[r] Duchenne, de Boulogne, a mis sous les yeux de la commission la preuve que sa pratique s'est étendue, que ses premières observations se sont de plus en plus confirmées et qu'en résumé la médecine pratique peut compter sur un auxiliaire utile et éprouvé de plus, dans le traitement de ces affections chroniques du système nerveux et des muscles où elle était si souvent forcée de reconnaître son impuissance. De son côté, M. Middeldorf nous a soumis cent quarante observations recueillies, soit par lui-même, soit par des chirurgiens connus, qui prouvent que l'électricité employée à porter à l'incandescence des fils de platine, destinés à diviser les tissus et à opérer dans les organes profonds l'ablation de polypes ou de tumeurs peu accessibles, constitue un moyen chirurgical qui mé-

rite attention et confiance. Il est l'objet d'études, parmi nos chirurgiens, qui permettront de lui assigner bientôt sa place et d'en fixer la valeur. La commission s'est livrée avec la plus vive sollicitude à l'examen des recherches de cette nature, elle regrette de ne pouvoir, dans l'intérêt de l'humanité, appeler sur eux une récompense qu'elle eût aimé à leur décerner ; mais elle espère qu'une autorité plus spéciale aura bientôt l'occasion de les apprécier et d'en signaler l'utilité au monde savant et aux praticiens.

Conclusion. — En terminant cet exposé de ses travaux, la commission exprime l'espoir que Sa Majesté y verra à la fois la preuve de l'attention qu'elle a portée à l'examen des questions qui lui étaient soumises, de la sollicitude avec laquelle elle a formé son opinion, et de l'importance croissante que prennent les applications de l'électricité, en faveur desquelles le prix a été fondé. Si, après avoir approuvé le jugement de la commission, qui attribue le prix à M. Ruhmkorff, Sa Majesté daignait ordonner que le concours fût ouvert de nouveau, elle le verrait avec reconnaissance.

Les physiciens devancés par les chimistes moder-

nes, selon l'opinion desquels il n'y a, dans aucun des phénomènes naturels étudiés jusqu'ici, ni perte ni création de matière, constatant à leur tour qu'il n'y a dans aucun d'eux ni perte ni création de force. La chaleur, la lumière, le magnétisme et l'électricité deviennent des manifestations de divers états de l'éther en mouvement, et ces forces se transforment sans cesse, l'une en l'autre avec une extrême facilité.

Parmi ces forces, l'électricité est celle qui a été le plus récemment étudiée ; c'est celle dont les propriétés sont le plus mystérieuses encore, malgré les grandes découvertes dont elles ont été l'occasion. On est même autorisé à dire, d'après les résultats observés depuis le commencement du siècle, que parmi les manifestations des mouvements de l'éther celles qui donnent lieu à l'apparition des phénomènes électriques sont à la fois les plus délicates et les plus fécondes.

Dans cette situation, si digne d'être méditée, n'est-il pas du plus grand intérêt pour les arts de maintenir ouvert un concours qui dirige vers les applications l'emploi d'une force trop neuve encore entre nos mains, pour que nous en ayons épuisé les

ressources, maîtrisé la souplesse ou mesuré l'énergie?

Si le commencement de ce siècle a été fécond en découvertes, c'est qu'elles étaient préparées par les immortelles doctrines de Lavoisier sur la nature de la matière et sur les lois qui président à la formation et aux transformations des corps composés; elles ont élevé la chimie au rang des puissances économiques et commerciales.

Eh bien! à son tour, la fin de ce siècle verra le développement des doctrines nouvelles sur la nature de la force. Envisagée d'un esprit plus libre, la force éternelle, indestructible, deviendra par ses transformations l'instrument de ces découvertes rapides, inattendues, éclatantes, qui étendent le pouvoir de l'homme sur la nature et qui multiplient ses jouissances, tout en élevant son intelligence vers une contemplation plus sereine et plus haute de l'ordre de l'univers et des lois de la création.

Pendant que la science poursuit avec une ardeur philosophique et désintéressée l'exploitatiou de ces régions d'une sublime profondeur, récemment ouvertes à sa curiosité, il appartient à la suprême prévoyance qui veille aux soins de l'Empire d'ouvrir de nouveau un noble champ à son émulation, et de

lui rappeler une fois encore qu'elle ne déroge pas quand elle applique ces forces mystérieuses au bien de l'État, au progrès de l'industrie ou au soulagement des souffrances humaines.

J'ai l'honneur d'être,

Monsieur le ministre,

de Votre Excellence, avec respect,

Le président de la commission,

DUMAS.

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans le tome XI. — 5e Série.

DU

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES

N° 7.

15 JUILLET 1864.

Planches.

N° 8.

15 août 1864

PREMIÈRE PARTIE.

Planches.

Pl. VII, VIII et IX de M. de Plœnnies, *Nouvelles études sur l'arme à feu rayée de l'infanterie.*

N° 9.

15 SEPTEMBRE 1864.

FIN DE LA TABLE DU TOME XI, 5e SÉRIE.

AVIS

MM. les auteurs de tous ouvrages, inventions ou perfectionnements qui se rapportent aux *sciences militaires* ou

navales en général, ou aux sciences des *armes spéciales*, sont priés de faire parvenir un exemplaire à M. Corréard, éditeur, Paris, boulevard Saint-André, 3, maison de la fontaine Saint-Michel.

MM. les éditeurs et libraires d'ouvrages de science militaire et navale sont priés d'envoyer des exemplaires à la même adresse.

Il sera rendu de l'ouvrage reçu un compte impartial et aussi détaillé que le comporte l'importance du sujet traité, soit dans le *Journal des Sciences militaires*, soit dans le *Journal des Armes spéciales*.

Sceaux. — Typographie de E. Dépée.

[RÉSU
:ie Bav

PLAN

stême
on du nouveau fusil-Podewils
ons son
.m.) aux distances extrêmes.

. près de Munich le 6 Déc. 1858 à 9h. du matin
. et sombre avec un vent modéré venant de la droite;
ndroit le 18 déc 1858 de 10h. à 12h 3/4 du matin par un
R. avec un léger courant d'air venant de la droite.
0 mètres. II. à 2500 pas = 1825 mètres.
(38 coups).

Fig. 14.

3,67

17,78

1,83

2030 pas de 75 cm

25 pas

15 pas

2520 pas de 75 cm



JOURNAL

DES ARMES SPÉCIALES.



JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

RECUEIL SCIENTIFIQUE

Du Génie, de l'Artillerie, de la Topographie Militaire, etc., etc.

PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Par J. CORRÉARD,

Ancien Ingénieur.

CINQUIÈME SÉRIE. — TOME XII. — 31e ANNÉE. — Nos 10, 11 ET 12.

Octobre, Novembre et Décembre 1864.

PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE

J. CORRÉARD, éditeur,

3, BOULEVARD SAINT-ANDRÉ, 3,

Maison de la fontaine Saint-Michel.

1864

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES

Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU

Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — DEUXIÈME PARTIE

Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 septembre, page 351.)

3° Que les trajectoires du fusil Podewils sont en général sensiblement plus courbes, leurs élévations au-dessus de la ligne de mire considérablement plus grandes que celles des armes de plus petit calibre. En faisant complètement abstraction des trajectoires beaucoup plus tendues de la plus petite balle suisse, les fusils même des calibres 12,9 et 13,5 mm. (à inflammation latérale et sans chambre rétrécie) présentent, comme on peut le voir

dans la 8e section, des angles de hausse beaucoup plus petits.

Ces faits qui se traduisent pour nous en nombres certains, ne témoignent cependant pas *contre* le principe énoncé et employé par Podewils; ils prouvent seulement que pour le moment le fusil bavarois, malgré sa valeur incontestable, ne représente nullement encore le *plus haut* degré de perfectionnement du système.

En tout cas la charge de poudre forme déjà avec un calibre de 10 à 11 mm. un cylindre si long et si étroit, qu'il paraît douteux que l'on puisse gagner grand chose à adopter le mode d'inflammation bavarois (qui augmenterait encore la longueur de la charge). Le système bavarois pourrait peut-être augmenter et régulariser l'effet produit, si l'on parvenait auparavant à diminuer le volume de la charge en employant une nouvelle espèce de poudre très-compacte et très-concentrée. Il n'est pas démontré non plus que pour les calibres intermédiaires de 12 et 13 mm. l'emploi du mode d'inflammation usité en Bavière *devrait* avoir pour suite une diminution notable de l'angle de hausse. Mais nous ne doutons pas que déjà pour ces diamètres le dépôt des résidus ne se fît ainsi plus régulièrement, ce qui, d'a-

près les épreuves hessoises, a une influence favorable incontestable. Ces épreuves ont fourni pour le calibre de 14 mm. la preuve que par l'emploi de la culasse bavaroise toutes les difficultés du chargement après un tir prolongé sont évitées encore plus sûrement, même dans des circonstances désavantageuses. Si donc le fusil hessois lui-même avec le caractère particulier de sa balle expansive et malgré l'inflammation latérale, fournit, avec des munitions plus légères de 4 0/0, les mêmes trajectoires que l'arme bavaroise actuelle, sa valeur pour le service de guerre pourrait cependant être accrue encore à plusieurs égards si le développement des gaz se trouvait mieux régularisé au moyen de la culasse bavaroise et si, par suite, le chargement et l'obturation de la balle s'opéraient encore un peu mieux, même dans les circonstances les plus défavorables. Des expériences plus étendues devront décider quelle est la forme de balle qui, jointe au mode d'inflammation bavarois, peut fournir les résultats *les plus élevés*, même avec un vent de 0,6 à 0,7 mm. Malgré les résultats très-favorables déjà obtenus, nous ne prétendons pas que le modèle de balle hessois ne soit pas susceptible d'amélioration, nous croyons plutôt que l'on devrait conserver seulement

ses proportions générales de construction, sa surface extérieure unie en particulier (1), mais raccourcir son évidement étoilé de 1/3 environ et adopter, en même temps que le système d'inflammation bavarois, une charge de 4 1/2 et même de 5 gr. si c'est possible.

On obtiendrait sans doute par ce moyen des trajectoires *considérablement* plus tendues encore, et en face d'une amélioration de ce genre on pourrait ne pas tenir compte d'une augmentation possible de 1/5 ou de 1/4 dans la grandeur des rayons de dispersion.

D'après notre manière de voir, tout ce qui précède ne se rapporte qu'à un *état de choses transitoire*. Il ne s'agit pour le moment que d'amener le calibre donné de 13,9 ou 14 à rendre les meilleurs services possibles. Mais le but le plus élevé auquel

(1) La surface extérieure unie, jointe à l'évidement étoilé, présente ce grand avantage que les balles peuvent être comprimées dans des matrices fermées et retirées ensuite sans difficulté au moyen du poinçon. Par ce procédé, on obtient des projectiles d'une régularité presque mathématique, à surface très-ferme et très-polie, et toute la fabrication est facilitée et simplifiée à un si haut degré, que par ce motif seul on doit préférer les projectiles unis (comme on l'a fait aussi en Angleterre).

puisse tendre la science des armes est l'adoption du *calibre* 10,5 *mm. qu'il faudra combiner avec le système à aiguille pour créer une arme d'infanterie d'une valeur tactique vraiment supérieure.* On emploiera alors des balles longues, pleines ou très-légèrement évidées et l'inflammation centrale de la poudre agissant à la partie postérieure d'une cartouche spéciale.

M. le colonel de Podewils, dans l'intérêt de l'armée bavaroise et de tous les contingents allemands munis d'armes du même calibre, a soumis aussi à une étude approfondie la question des *balles explosives* et l'a résolue de la manière la plus satisfaisante.

Les balles antérieures de cette espèce, les françaises et les anglaises en particulier, *n'ont pas*, que nous sachions, résolu le problême de réunir une action inflammatoire certaine à une forme normale des trajectoires. Cette réunion a lieu pour les modèles bavarois dont nous donnons ci-après la description et l'explication auxquelles se rapportent les fig. de 2 à 9 de la pl. 10.

Les propriétés essentielles qu'on exige des balles incendiaires sont les suivantes :

1° *La précision ;*

2° *Le pouvoir inflammatoire ;*

3° *La possibilité d'exécuter le chargement sans danger.*

On ne peut *exiger la simplicité ni dans la construction ni dans la préparation* de cés balles, en raison de leurs fonctions compliquées et de leur service spécial — ou du moins cette exigence doit céder le pas aux précédentes, qui sont les principales.

Pendant le cours des épreuves bavaroises, entreprises à ce point de vue dont la justesse n'est pas douteuse, on construisit différentes sortes de balles explosives qui répondent plus ou moins aux exigences précédentes, mais qui toutes donnèrent des résultats d'une supériorité marquée sur ceux des modèles de ce genre connus jusqu'à ce jour.

L'inventeur lui-même désigne le projectile représenté de la fig. 2 à la fig. 6 comme le plus convenable de tous les modèles établis par lui. Cette balle consiste dans :

Le corps en plomb fig. 2 ;

Le cylindre à percussion fig. 3 ;

La tige percutante fig. 4.

Et la capsule avec son contenu.

Le *corps en plomb* ou la balle proprement dite renferme un espace vide qui le traverse suivant son

axe dans toute sa longueur et qui est composé de deux cônes tronqués; l'espace conique inférieur sert à l'expansion (d'après le système de la pénétration d'un culot), le supérieur est destiné à recevoir et à diriger le cylindre à percussion.

Le *cylindre à percussion*, en laiton, reçoit la charge qui consiste en une capsule de chasse ordinaire et en poudre à fusil. La capsule repose, l'ouverture en haut, sur le fond du cylindre et reçoit la pointe de la tige dont la tête dépasse suffisamment le cylindre pour opérer l'explosion quand la balle frappe dans le but. Après l'introduction de la capsule et de la tige, le cylindre est rempli de poudre et ensuite — pour empêcher la poudre de tomber au dehors et maintenir la tige dans la position centrale — il est fermé en avant au moyen d'un fil de coton enroulé autour de la tige; le fil est fixé par un enduit de cire.

La fig. 5 représente la balle explosive, avec la capsule préparée, dans l'état où elle se trouve avant le coup ou avant que le petit cylindre n'ait été chassé en avant par l'action des gaz (à la manière d'un culot). La fig. 6 fait comprendre l'état du projectile tel qu'il se présente pendant la durée de son trajet, après avoir été tiré et forcé par la pénétration

du petit cylindre. On voit que le chargement ne présente aucun danger puisqu'il se fait pendant que la tige percutante se trouve encore renfermée dans l'intérieur de la balle, mais que le projectile une fois tiré se trouve disposé de manière à assurer l'explosion au moment de son entrée dans le but à incendier. De plus, le choc violent qui a lieu à ce moment n'amène pas seulement l'explosion de la capsule, il opère aussi la séparation du petit cylindre et de la balle : le projectile étant plus lourd (perdant moins de sa vitesse) pénètre le premier *dans l'intérieur* du but, qu'il peut même *traverser* éventuellement, — tandis que le petit cylindre, plus léger, entre avec une vitesse moindre dans l'ouverture pratiquée par la balle.

Par l'ingénieuse construction qui vient d'être décrite on obtient le temps qui est toujours nécessaire pour que l'inflammation se transmette, par l'explosion de la charge de poudre, de la capsule au contenu de l'objet atteint.

La rapidité avec laquelle, même aux plus grandes distances, les balles pénètrent dans le but à incendier et le traversent dans certains cas, est telle que souvent elle ne laisse pas le petit intervalle de temps nécessaire à l'inflammation et que le coup

resterait alors sans résultat si elle devait être transmise par le projectile lui-même au lieu de l'être par l'amorce restée en arrière. Il serait facile d'obtenir une vitesse finale moindre pour les balles explosives en diminuant la charge ; mais d'une part la force de percussion nécessaire pour pénétrer dans l'intérieur des dépôts de munitions, etc., manquerait alors dans beaucoup de cas, et d'autre part la simplicité, si nécessaire dans l'emploi des balles explosives, serait perdue, puisqu'on ne pourrait plus les tirer sous les mêmes angles que les balles ordinaires.

On peut augmenter la promptitude et la certitude de l'inflammation en plaçant au fond du petit cylindre, au lieu d'une simple capsule, une plus grande quantité de fulminate ou de toute autre composition explosive (1).

(1) Les balles incendiaires anglaises renferment dans leur axe un cylindre de cuivre laminé très-mince, qui est entièrement rempli par la préparation fulminante. La tige à percussion devient ainsi superflue, mais les modèles de ce genre qui nous sont connus, ne présentent pas la même sécurité dans le transport et dans le chargement, ni la même simplicité dans la préparation, que les balles bavaroises. Suivant M. le colonel de Podewils, on augmenterait avec des balles de *plus gros calibre*, offrant par conséquent plus d'es-

Afin de fournir pour des cas spéciaux une balle explosive construite aussi simplement que possible et pouvant se préparer promptement et facilement, M. le colonel de Podewils a proposé le modèle représenté de la fig. 7 à la fig. 9 de la pl. 10.

Cette balle consiste :

Dans la balle proprement dite fig. 7 ;

Dans la tige percutante fig. 8,

Et dans la composition inflammable avec la charge.

Des deux cavités séparées, l'inférieure, qui est conique, sert au forcement ; la supérieure est cylindrique et reçoit la charge. A la pointe de la balle cette dernière cavité s'élargit sur une petite hauteur de manière à former un ressaut sur lequel repose

pace dans leur intérieur, le pouvoir inflammatoire en les cemplissant de la manière suivante : Au fond du petit cylindre la masse de la composition fuiminante, puis une certaine quantité de poudre pour produire l'expulsion, et sur cette dernière une bourre en carton. On achèverait de remplir l'espace vide qui resterait encore, avec une composition incendiaire qui, bien enflammée sous la forme d'une poudre à gros grains, communiquerait le feu vivement. De cette manière le petit cylindre développerait une petite gerbe de feu dont l'action inflammatoire serait très-vive (carabines de rempart).

la tête de la broche, ce qui maintient sa pointe à la distance convenable de la capsule. On fixe la broche dans sa position en rabattant sur sa tête l'arête supérieure du plomb.

La fig. 62 de la pl. 8 présente le lever immédiat d'une balle de ce genre opéré par la direction de l'arsenal grand-ducal (les mesures sont données en quarts de millimètre) ; les dimensions normales devront être prise sur la pl. 10.

Les résultats qu'on obtient avec cette balle explosive extrêmement simple peuvent être signalés comme satisfaisants ; elle rendrait sans doute de bons services dans les cas spéciaux où la confection de balles compliquées serait impraticable ; mais pour ce qui est de la propriété inflammatoire et de l'absence de tout danger dans le chargement, elle est dans tous les cas inférieure à la balle explosive précédemment décrite (avec le petit cylindre inflammatoire), qui a été en conséquence adoptée depuis peu d'une manière définitive pour l'armement de l'infanterie bavaroise.

Après l'achèvement de la section précédente il nous est encore parvenu sur le fusil-Podewils quelques communications dignes de confiance dont

nous extrayons, comme particulièrement remarquables, les résultats suivants provenant d'une épreuve exécutée à Amberg en novembre 1862.

Afin de s'assurer de la susceptibilité de l'arme à l'égard d'un feu très-persistant, on tira avec le projectile coulé 200 coups en 4 séries immédiatement consécutives de 50 coups chacune. La température était froide, il est vrai, de sorte que l'échauffement du canon ne pût être très-considérable. Le chargement s'exécuta sans aucune difficulté pendant toute la durée du tir; le canon était si peu encrassé après les 200 coups qu'on eût pu continuer encore l'épreuve sans obstacle. La comparaison des 4 figures de cible, que nous avons sous les yeux et qui présentent chacune les résultats de 50 coups, n'indique aucune décroissance sensible de la précision qui, en somme, a été très-considérable. On remarque seulement que les écarts verticaux vont en diminuant peu à peu, tandis que les horizontaux vont en croissant à peu près dans la même proportion. Ce dernier effet ne peut s'expliquer que par les variations d'un courant d'air; la cause du premier réside peut-être dans cette circonstance que le frottement dans le canon et par suite aussi la vitesse initiale sont devenus encore un peu plus uniformes

lorsque l'âme s'est trouvée recouverte d'une couche mince et régulière de résidus.

Résultat de 200 *coups consécutifs tirés avec le fusil-Podewils, à* 300 *pas de* 73 *cm.*

	Séries de 50 coups chacune.				Figure de cible commune pour les 200 coups.
	I.	II.	III.	IV.	
Coups directs pour cent dans un carré de 1 m. de côté . . .	96	100	98	98	98
Rayon du cercle contenant 90 °/₀ des coups	34 cm	38 cm	37 cm	40 cm	38 cm

Nous regrettons de ne pas posséder un ensemble aussi complet d'épreuves exécutées par un temps très-chaud, mais d'après notre propre expérience, nous ne doutons pas que dans ce cas encore l'influence favorable du mode d'inflammation bavarois ne se fasse sentir, quand même la précision se trouverait un peu diminuée.

Avec les autres modèles de fusils allemands du Sud de même calibre à inflammation *latérale*, nous avons fait l'expérience que par un temps très-chaud

le chargement peut devenir, au moins exceptionnellement, plus difficile (l'enveloppe en papier peut se déchirer), et déjà par ce motif, nous recommanderions de fixer à 0,5 *mm.* le vent normal pour toutes les armes allemandes de ce calibre, même dans le cas où le système de la culasse bavaroise prendrait l'extension générale qu'il mérite. Dans les essais entrepris pour l'établissement d'une cartouche allemande unique, il serait bon de rechercher encore d'une manière spéciale quel modèle de balle est le moins sensible à une pression plus ou moins forte de la baguette.

X. — Sur la plus grande portée de l'arme a feu portative.

La question de la *forme des trajectoires décrites sous des angles de tir très-considérables*, question très-intéressante en elle-même quoique moins importante dans la pratique, a été traitée pour le calibre allemand du sud 13,9 mm. dans des épreuves très-recommandables exécutées en Bavière dans les années 1858 et 1859.

La faiblesse remarquable de la dispersion du fusil-Podewils aux distances anormales de 2000 et 2500 pas (de 73 cm.), observée à cette occasion, a été signalée dans la section précédente. Nous sommes parvenus depuis à nous procurer des renseignements plus exacts sur les angles de hausse employés dans ces épreuves.

Les armes éprouvées furent les suivantes :

I. *Le fusil lisse bavarois de gros calibre* (17,78 mm.) avec la balle courte d'après Nessler (pesant environ 27 gr. avec 8 gr. de charge).

II. *La carabine à tige bavaroise modèle* 1848. Calibre 14,6 mm.; longueur de canon 66,4 cm; pas 132,8 cm.; poids sans sabre-bayonnette 3 kilos 447 ; balle pleine cylindro-ogivale pesant 31 gr. avec cannelures; charge 4,3 gr.

III. *La Carabine à tige bavaroise modèle* 1854. Calib. 17,1 mm.; longueur du canon 89,4 cm.; pas 157 cm.; poids sans sabre-bayonnette 4 k. 480. ; balle pleine cylindro-ogivale pesant 44,8 gr. avec cannelures; charge 5 gr,

IV. *Le nouveau fusil d'infanterie de Podewils modèle* 1858. Cal. 13,9 mm.

Nous donnons en premier lieu les résultats d'une épreuve de tir du fusil IV, entreprise en janvier 1859.

Épreuve de tir du fusil Podewils

Sous des angles de tir de 25 à 43°.

Table 1.

ANGLE de tir.	PORTÉE de la balle.	ÉCART LATÉRAL à droite.
	Moyenne en pas de 73 cm. déduite, pour chaque angle, d'un nombre de 4 à 6 coups.	
25°	3016	61
26°	3022	77
27°	2997	78
28°	2998	95
29°	3008	100
30°	3014	98
31°	3045	97
32°	3070	95
35°	3070	112
40°	3080	108
43°	3014	110

La dispersion en longueur et en largeur fut en général si faible qu'un petit nombre de coups seulement s'écarta considérablement des nombres moyens donnés ci-dessus! de 47 coups qui furent tirés en tout, 36, c'est-à-dire 75 % donnèrent dans

un rectangle de 100 pas de profondeur sur 80 pas de largeur. Les plus grandes portées furent celles de 3130 et 3120 pas, correspondant respectivement à deux coups tirés sous les angles de 31° et 40°.

Les résultats réunis dans la table 1 furent complétés en mars 1859 par des épreuves plus étendues dont le résumé est donné dans la table 2.

PORTÉES DU FUSIL PODEWILS.

Sous des angles de 5 $^1/_2$ à 43°.

Table 2.

Angle de tir	5,5°	7°	8°	10°	11°	12,5°	14,5°	15°	17°	20°
Portée en pas	1570	1770	1850	1970	2070	2200	2500	2630	2700	[illegible]

Angle de tir	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	35°	40°	43°
Portée en pas	2900	2940	2960	3010	3040	2990	3000	3010	3040	3050	3070	3070	[illegible]	[illegible]

Les résultats pour 5,5°, jusqu'à 20° inclusivement, ont été obtenus à l'aide d'un seul coup, ceux de 22° à 43° à l'aide de plusieurs coups dont on a pris la moyenne.

Pour les autres armes, on a obtenu les résultats suivants :

PORTÉES DU FUSIL LISSE BAVAROIS N° I.

Sous les angles de tir de 12° à 28°.

Table 3.

Angle de tir	12°	14°	16°	18°	20°	21°	22°	25°	26°	27,5°	28°
Portée en pas	[illegible]	[illegible]	1160	1285	1200	1300	1150	1190	1300	[illegible]	[illegible]

La plus grande portée, correspondant à l'angle de 18°, a été de 1370 pas. La portée pour 12° est la moyenne de 7 coups ; celles pour 16°, 18° et 22° sont les moyennes de deux coups chacune ; les autres ont été déterminées toujours à l'aide d'un seul coup. Avec les angles de 30°, 31° et 38°, on ne pouvait plus observer le point d'arrivée de la balle, à cause de l'irrégularité de la dispersion.

PORTÉE DE LA CARABINE A TIGE BAVAROISE N° II.

Sous les angles de tir de 5° à 31°.

Table 4.

Angle de tir	5°	6°	8°	9°	10°	13°	15°	17°	19°	20,5°	22,5°	24°	26,5°	31°
Portée en pas	1222	1300	1400	1600	1600	1550	1943	2187	2220	2120	2120	1966	1990	1850

Les portées pour 5, 8, 15, 17, 24, 26 et 31° ont toutes été déterminées à l'aide d'un nombre de 2 à 5 coups, les autres à l'aide d'un seul coup chacune. La *plus grande* portée eut lieu avec les angles de 17° et 19° et fut de 2220 pas.

PORTÉE DE LA CARABINE A TIGE BAVAROISE N° III.

Sous les angles de tir de 4° à 33°.

Table 5.

Angle de tir	4°	5°	6°	8°	9°	10,5°	12°	14,5°	16°	17°
Portée en pas	1050	1180	1100	1480	1650	1700	1900	1700	1900	1940
Angle de tir	18°	19°	20°	23°	26°	26,5°	29°	31°	33°	
Portée en pas	1970	1960	2070	2033	2060	2108	[illegible]	2170	[illegible]	

Les portées pour 23, 26, 26,5 et 29° ont été déterminées toujours au moyen d'un nombre de 2 à 3 coups, les autres toujours au moyen d'un seul. La portée maximum fut de 2290 pas avec l'angle de 33°.

Quoique les résultats précédents ne soient fondés, en général, que sur un petit nombre de coups, ils méritent néanmoins d'être pris sérieusement en considération, attendu qu'on manque de matériaux certains sur ce point. Avec les fusils lisses, il n'eut pas été possible, vu leur dispersion considérable, d'obtenir des résultats tout à fait positifs, même à l'aide d'un bien plus grand nombre de coups ; d'un autre côté, la dispersion se montre si faible avec les armes rayées que les nombres déterminés au moyen de peu de coups offrent déjà une certitude suffisante.

Des tables 1, 2, 4 et 5, il semble ressortir ce fait remarquable qu'avec les armes à feu portatives rayées on peut obtenir à peu près les mêmes portées dans des limites très-étendues de l'angle de tir. Cela s'applique, en particulier, aux tables 1 et 2 par lesquelles on voit qu'on a toujours obtenu avec le fusil-Podewils une portée d'environ 3000 pas avec des angles de tir compris entre 25 et 43°

Nous ne pouvons compléter par des résultats certains, provenant de nos propres expériences, les matériaux que nous venons de donner, mais nous regardons ces derniers comme méritant une entière confiance quant à l'observation. Des épreuves plus étendues confirmeraient sans doute aussi que la portée maximum du fusil-Podewils, et par conséquent des autres armes rayées de ce calibre, n'est pas liée à un angle de hausse maintenu avec une stricte exactitude, mais peut toujours être obtenue, du moins approximativement, en visant sous une forte inclinaison, d'environ 25 à 40°. On peut présumer d'après la table 5 qu'en poursuivant les épreuves on obtiendrait un résultat semblable avec la carabine à tige pour des angles compris entre 26 et 40° environ. Pour l'ancienne carabine à tige n° II, ces limites pourraient être fixées à 15 et 27° à peu près ; et pour le fusil lisse, à 12 et 28°, s'il est permis de tirer, dans ce dernier cas, une conclusion positive.

Ces observations ne peuvent être expliquées d'une manière complète par les lois de la balistique d'après lesquelles la portée *diminue* pour des angles de tir *croissant* ou *décroissant* à partir de celui qui correspond à la portée *maximum*. Il

paraît que par suite de l'inclinaison toujours plus grande de l'axe de la balle sur la tengente à sa trajectoire, l'augmentation et le changement de direction de la résistance de l'air compensent, dans certaines limites, d'une manière particulière les variations de l'angle de tir,

Si le phénomène observé se trouve confirmé par des expériences plus étendues, il pourrait bientôt être utilisé dans la pratique. Il se présenterait beaucoup d'occasions dans lesquelles on produirait des effets considérables, si l'on pouvait concentrer très rapidement au moyen d'un feu de masse de l'infanterie, une énorme quantité de petites balles sur un but de grandes dimensions qui se trouverait placé à la distance de la portée maximum. Cette idée que nous indiquons surtout en vue des buts fortifiés, camps, parcs, etc., mais que nous voulons *seulement indiquer*, perd quelque chose de son caractère un peu chimérique, si l'on fait attention que l'exécution et le contrôle de la mise en joue à main libre, sous un angle *d'environ* 25 à 40° ne présente pas de difficultés particulières, même pour de grandes masses d'infanterie. Les grands angles d'incidence des balles permettraient aussi d'en faire arriver

une partie considérable au-delà d'un abri, sur un espace d'environ 100 à 200 pas de largeur et de profondeur ; mais quand même on ne réussirait à porter sur une telle surface qu'environ 10 % des balles, on pourrait néanmoins produire, à l'occasion, des effets surprenants, puisque les projectiles possédent la force de pénétration suffisante, du moins pour les meilleures d'entre les nouvelles armes. Quant à la direction à donner aux fusils dans le sens latéral, des épreuves approfondies devraient apprendre ce qu'il est possible d'obtenir à cet égard, soit en maintenant soigneusement l'alignement des troupes qui feraient feu, soit par d'autres moyens auxiliaires.

Pour le moment nous désirerions seulement appeler l'attention sur l'intérêt scientifique, que présenteraient sans aucun doute des épreuves de ce genre et nous espérons avoir bientôt de plus amples renseignements sur cet objet.

(*La suite au prochain numéro.*)

THÉORIE ET CONSTRUCTION GÉNÉRALE
DES
CANONS RAYÉS

Par **André Rutzki**, lieutenant en premier du régiment d'artillerie de côte; traduit de l'allemand par **Maurice Séebold**, ingénieur.

DEUXIÈME PARTIE.

STRUCTURE EXTÉRIEURE DES CANONS RAYÉS.

(Suite. Voir le numéro du 15 septembre, page 405).

LXV. — LE CENTRE DE GRAVITÉ DU CANON.

Il résulte du précédent chapitre qu'il faut connaître le centre de gravité du canon pour déterminer l'endroit où doivent être placés les tourillons. Une fois les dimensions du canon à construire bien déterminées, il n'est pas difficile de trouver par le calcul son centre de gravité; de même, connaissant la pesanteur spécifique du métal choisi, on pourra, par le cube du canon, trouver facilement son poids propre.

Les parties principales du canon sont ou des cylindres ou des cônes, ou enfin des corps qui

dans leur coupe longitudinale présentent des contours circulaires. Pour les premiers les formules des cubes sont assez connues, et nous ne parlerons ici que des formules des cubes pour les derniers.

Désignons par Ax et Ay les axes des coordonnées rectangulaires, limitées par un cercle du rayon r, dont le centre est désigné par C; par AD $= \alpha$ et CD $= \beta$ les coordonnées de son centre, nous aurons l'équation de ce cercle par :

$$(y - \beta)^2 + (x - \alpha)^2 = r^2.$$

Supposons PMNP' ou PM'N'P' une surface génératrice dont le contour est formé par l'arc MN ou M'N' du cercle mentionné ; si cette surface par sa rotation autour de l'axe Ax engendre le corps à calculer et étant donné AP $= x$, MP ou M'P $= y$ et P$p = dx$, nous aurons comme cube de l'élément cylindrique du corps engendré par l'élément de surface PMmp ou PM'$m'p$:

$$dK = \pi y^2 dx,$$

et pour le moment de l'élément par rapport à un plan perpendiculaire sur l'axe de rotation Ax dans le point d'origine A des coordonnées :

$$dM = \pi y^2 x dx.$$

Le volume du corps mentionné engendré par la rotation de la surface génératrice est par conséquent :

$$K = \pi \int y^2 dx$$

et la somme des moments de ses éléments :

$$M = \pi \int y^2 x dx$$

par conséquent la distance de son centre de gravité du plan des moments :

$$x = \frac{\int x y^2 dx}{\int y^2 dx}.$$

Substituant à y la valeur de l'équation du cercle de contour :

$$y = \beta \pm \sqrt{r^2 - (x - \alpha)^2},$$

on reçoit :

$$X = \frac{\int_0^x \left[\beta^2 x \pm 2\beta x \sqrt{r^2 - (x-\alpha)^2} + r^2 x - (x-\alpha)^2 x\right] dx}{\int_0^x \left[\beta^2 \pm 2\beta \sqrt{r^2 - (x-\alpha)^2} + r^2 - (x-\alpha)^2\right] dx}.$$

Plaçant cette formule entre les limites O et AP' $= x$ on aura :

$$\text{I)} \quad X = \frac{(\beta^2 + r^2)\frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{4} + \frac{2\alpha x^3}{3} - \frac{\alpha^2 x^2}{2} \mp \frac{2}{3}\beta\left[r^2 - (x-\alpha)^2\right]^{3/2} \pm \frac{2}{3}\beta\,(r^2 - \alpha^2)^{3/2}}{(\beta^2 + r^2)\,x - \frac{(x-\alpha)^3}{3} \pm \beta\left[(x-\alpha)\sqrt{r^2 - (x-\alpha)^2} + r^2 \operatorname{arc\,tang} \frac{x-\alpha}{\sqrt{r^2 - (x-\alpha)^2}}\right]}.$$

Au lieu de :

$$r^2 \operatorname{arc\,tang} \frac{x-\alpha}{\sqrt{r^2 - (x-\alpha)}}$$

on peut mettre de même :

$$r^2 \text{ arc sin } \frac{x-\alpha}{r}.$$

Plaçant cette formule entre les limites $AP' = a$ et $AP = b$, on reçoit :

$$\text{II) } X = \frac{\frac{1}{2}(\beta^2+r^2)(a^2-b^2)-\frac{1}{4}(a^4-b^4)+\frac{2}{3}\alpha(a^3-b^3)-\frac{1}{2}\alpha^2(a^2-b^2)\mp\frac{2}{3}\beta\left\{\left[r^2-(a-\alpha)^2\right]^{\frac{3}{2}}-\left[r^2-(b-\alpha)^2\right]^{\frac{3}{2}}\right\}}{(\beta^2+r^2)(a-b)\frac{1}{3}[(a-\alpha)^3-(b-\alpha)^3]\pm\beta\left[(a-\alpha)\sqrt{r^2-(a-\alpha)^2}-(b-\alpha)\sqrt{r^2-(b-\alpha)^2}\right]+r^2\left(\text{a.t.}\frac{a-\alpha}{\sqrt{r^2-(a-\alpha)^2}}-\text{a.t.}\frac{b-\alpha}{\sqrt{r^2-(b-\alpha)^2}}\right)}$$

Le signe supérieur se rapporte aux corps dont la section génératrice PMNP′ est limitée par l'arc de cercle MN, et le signe inférieur aux corps dont la section génératrice PM′N′P′ est limitée par l'arc de cercle M′N′.

Supposons $AD = \alpha = 0$, c'est-à-dire que l'axe des ordonnées et le plan des moments

passent par le centre du cercle de contour et nous aurons, en introduisant dans l'équation générale II) la valeur $\alpha = 0$:

$$\frac{\frac{1}{2}(\beta^2+r^2)(a^2-b^2)-\frac{1}{4}(a^4-b^4)\mp\frac{2}{3}\beta\left[(r^2-a^2)^{3/2}-(r^2-b^2)^{3/2}\right]}{(\beta^2+r^2)(a-b)-\frac{1}{3}(a^3-b^3)+\beta\left(a\sqrt{r^2-a^2}-b\sqrt{r^2-b^2}\right)+r^2\left[\text{arc tang}\frac{a}{\sqrt{r^2-a^2}}-\text{arc tang}\frac{b}{\sqrt{r^2-b^2}}\right]}$$

Supposons encore que le centre de l'arc de contour soit situé dans l'axe Ax et nous aurons $\beta = o$ et l'équation II) se transformera en :

$$\text{IV)}\quad X = \frac{\frac{1}{2}r^2(a^2-b^2)-\frac{1}{4}(a^4-b^4)+\frac{2}{3}\alpha(a^3-b^3)-\frac{1}{2}\alpha^2(a^2-b^2)}{r^2(a-b)-\frac{1}{3}\left[(a-\alpha)^3-(b-\alpha)^3\right]}.$$

Supposons enfin que ce centre se trouve dans l'origine des coordonnées et nous aûrons $\alpha = 0$ et $\beta = 0$, donc :

$$\text{V)} \qquad X = \frac{\frac{1}{2} r^2 (a-b)^2 - \frac{1}{4} (a^4 - b^4)}{r^2 (a-b) - \frac{1}{3} (a^3 - b^3)}.$$

Mettant $a = r$ et $b = 0$ nous trouverons pour le centre de gravité d'une demi-sphère l'équation :

$$X = \frac{3}{8} r.$$

Ces formules peuvent être simplifiées par un choix rationnel de l'origine des coordonnées pour chaque cas spécial.

En multipliant la valeur du nominateur dans chaque équation par $\pi = 3.1416$ on obtiendra le cube du corps respectif.

Le centre de gravité d'un corps engendré par la rotation de la section génératrice, se trouve dans l'axe de rotation, et pour les canons et par conséquent dans l'axe de l'âme qui figurera dans la détermination du centre de gravité, sans avoir égard

aux tourillons, anses, etc., comme axe des moments, on trouvera la distance du centre de gravité à un point convenable quelconque, du bouton de la culasse, par exemple, en divisant la somme de tous les moments, par rapport à ce point choisi, par le cube de la pièce.

L'âme du canon forme un cylindre qui a le calibre pour base, et on y ajoute, suivant la forme du fond de l'âme, une demi-sphère ou seulement un segment de sphère.

Le moment de l'âme dans le calcul du centre de gravité du canon doit figurer négativement dans le dénominateur, ainsi que le cube de l'âme figurera négativement dans le nominateur.

Dans le calcul du centre de gravité pour trouver la position des tourillons, on doit prendre en considération les anses ainsi que l'appareil de fermeture de la culasse.

Comme les anses s'appliquent généralement au-dessous du centre de gravité du canon, il est nécessaire de connaître le centre de gravité de la pièce entière.

Supposons au canon le cube K sans avoir égard aux tourillons, désignons par a la distance entre le centre de gravité et l'axe des tourillons, et par k le

cube des tourillons nous trouverons la distance x entre le centre de gravité calculé et le point au-dessus duquel doivent se trouver les anses par l'équation :

$$xK = (a-x)k,$$

comme étant de :

$$x = \frac{ak}{k+K}.$$

Pour déterminer le poids total du canon, il faut calculer le poids des anses et des tourillons en l'additionnant au poids déjà trouvé de la pièce; mais il suffira dans la pratique et pour la plupart des cas de déterminer approximativement le centre de gravité et le poids du canon, vu que la densité du métal varie pour les différentes parties sans que l'on puisse en tenir compte dans le calcul.

Pour déterminer pratiquement le centre de gravité d'un canon construit, on le place sur son affût et on suspend des poids à la bouche jusqu'à ce que l'axe du canon soit dans une position horizontale.

Cela fait et désignant par q le poids suspendu; par c la distance entre l'axe des tourillons et ce poids; par Q le poids du canon, et par x la distance entre l'axe des tourillons et le centre de gravité nous aurons :

$$cq = xQ,$$

et ensuite :

$$x = \frac{cq}{Q}.$$

LXVI. — LES ANSES ET LE BOUTON DE LA CULASSE.

Les anses appliquées au-dessus du centre de gravité du canon servent au maniement de la pièce, surtout dans le montage et le démontage de son affût et dans le transport de la pièce à bras d'hommes. Elles forment donc les points d'appui et de suspension.

Elles sont au nombre de deux, placées parallèlement à l'axe de l'âme du canon et à égale distance

à droite et à gauche, de telle sorte qu'elles ne doivent en aucune position de la pièce gêner le pointage.

On les place généralement avec leur milieu, perpendiculairement au-dessus du centre de gravité, pour que la pièce suspendue librement à elles se maintienne autant que possible dans une position horizontale.

L'ouverture qu'elles offrent de côté doit être pour les petits calibres assez grande pour permettre le passage à un cable ; pour les calibres plus forts, elle doit être assez grande pour laisser passer un levier en bois.

On les voit de formes différentes, mais nous les conseillerons offrant une ouverture demi-circulaire et une section transversale ovale peu prononcée ou même circulaire, car en choisissant une section à vives arêtes, on aura l'inconvénient qu'elles détermineront assez facilement une rupture du cable de suspension.

La section transversale des anses est plus forte à la naissance qu'au milieu de l'anneau et doit correspondre à la résistance du métal et au poids du canon.

Les canons de petit calibre auront par consé-

quent de petites anses ; ceux en fonte n'en possèdent pas du tout, vu la facilité du transport d'un poids peu considérable et l'insuffisance de la résistance de la fonte dans de petites dimensions.

Dans les canons rayés, il arrive parfois que les anses font obstacle au pointage de la pièce. Dans ce cas, il faudrait les remplacer par une pièce rapportée, portant deux anses, et pouvant au besoin se monter et se démonter avec facilité.

Les canons rayés en fer et en acier fondu ne possèdent pas d'anses à raison des difficultés de fabrication.

Le bouton de culasse est la partie postérieure des canons se chargeant par la bouche ; il sert au renforcement du fond de l'âme, donnant un point d'appui pour le maniement de la pièce en permettant d'y attacher un cable, etc.

Quelquefois, le bouton de culasse est relié par des boulons à l'appareil de mire, et dans les pièces d'artillerie de marine le bouton de culasse se trouve souvent percé horizontalement, donnant ainsi passage au cable destiné à amortir le choc du recul.

Le bouton de culasse a généralement une forme ronde, ellipsoïdale, et est relié par une gorge à la culasse. Dans certains cas et par économie de

Le volume du corps mentionné engendré par la rotation de la surface génératrice est par conséquent :

$$K = \pi \int y^2 dx$$

et la somme des moments de ses éléments :

$$M = \pi \int y^2 x dx$$

par conséquent la distance de son centre de gravité du plan des moments :

$$x = \frac{\int x y^2 dx}{\int y^2 dx}.$$

Substituant à y la valeur de l'équation du cercle de contour :

$$y = \beta \pm \sqrt{r^2 - (x - \alpha)^2},$$

la charge, et par conséquent sur la vitesse du projectile, etc.

Il pourrait paraître le plus rationnel de mettre le feu à la charge de poudre dans son centre de gravité, puisqu'alors la durée de la combustion serait un minimum, mais l'expérience et les essais faits consciencieusement ont démontré la fausseté de cette opinion.

Le projectile commence son mouvement de translation au moment où la tension des gaz a vaincu son inertie et le frottement des parois; à ce moment, une petite quantité seulement de la charge de poudre aura subi l'effet de la combustion et le reste sera, suivant sa position, ou porté comme le projectile même vers la bouche, ou retenu contre le fond de l'âme par la pression des gaz. Le résultat de ce procès est une densité variable dans les différentes sections de l'âme du fond vers la base du projectile.

La densité et la tension des gaz seront donc plus grandes là où l'espace pour leur dilatation est plus restreint, et comme c'est vers le fond de l'âme, celui-ci subira vers l'arrière une plus grande pression que celle qui agit sur la base du projectile.

on peut mettre de même :

$$r^2 \text{ arc sin } \frac{x-\alpha}{r}.$$

Plaçant cette formule entre les limites $AP' = a$ et $AP = b$, on reçoit :

$$\text{II)}\ X = \frac{\frac{1}{2}(\beta^2+r^2)(a^2-b^2) - \frac{1}{4}(a^4-b^4) + \frac{2}{3}\alpha(a^3-b^3) - \frac{1}{2}\alpha^2(a^2-b^2) \mp \frac{2}{3}\beta\left\{\left[r^2-(a-\alpha)^2\right]^{\frac{3}{2}} - \left[r^2-(b-\alpha)^2\right]^{\frac{3}{2}}\right\}}{(\beta^2+r^2)(a-b)\frac{1}{3}\left[(a-\alpha)^3-(b-\alpha)^3\right] \pm \beta\left[(a-\alpha)\sqrt{r^2-(a-\alpha)^2}-(b-\alpha)\sqrt{r^2-(b-\alpha)^2}\right] + r^2\left(a.t.\frac{a-\alpha}{\sqrt{r^2-(a-\alpha)^2}} - a.t.\frac{b-\alpha}{\sqrt{r^2-(b-\alpha)^2}}\right)}$$

Le signe supérieur se rapporte aux corps dont la section génératrice PMNP' est limitée par l'arc de cercle MN, et le signe inférieur aux corps dont la section génératrice PM'N'P' est limitée par l'arc de cercle M'N'.

Supposons $AD = \alpha = 0$, c'est-à-dire que l'axe des ordonnées et le plan des moments

bien moins grand dans les mêmes conditions.

La différence entre les pressions agissant sur la base du projectile et celles agissant sur le fond de l'âme sera d'autant plus grande que la charge sera longue et sa combustion lente, et, dans ce cas, plus le projectile se mouvra facilement. Pour les projectiles lourds, qui trouvent une grande résistance dans l'âme du canon. tirés avec des charges raccourcies dont la poudre est à combustion rapide, cette différence ne sera que très-petite.

Il sera donc le plus rationnel de mettre le feu à la charge dans sa partie postérieure pour obtenir un maximum de vitesse primitive pour le projectile et un minimum de recul. Il s'agit maintenant de déterminer la distance entre le milieu de la charge et le point d'inflammation.

Comme la combustion de la poudre a lieu dans les deux sens, partant du point d'inflammation, c'est-à-dire vers la bouche et vers le fond de l'âme, il est naturel que l'on choisisse, pour mettre le feu à la charge, un point qui laisse entre lui et le fond de l'âme une partie de la charge de poudre dont la combustion suffise pour vaincre l'inertie du projectile.

Les essais faits dans cette vue ont démontré,

que la charge donne la plus grande vitesse primitive au projectile quand le point d'inflammation se trouve à une distance de $^1/_5$ au $^1/_6$ de calibre du fond de l'âme, et que le recul atteint son maximum si ce point se trouve éloigné du fond de l'âme de $^2/_3$ de la longueur totale de la charge.

Nous avons dans nos considérations supposé que le point d'inflammation se trouvait dans l'axe de la charge, mais cela ne pourrait être, en réalité, que dans le cas où la lumière serait prolongée par un tube conduisant jusqu'au milieu de la charge, ou que si l'on plaçait la lumière dans l'axe de l'âme du canon tout à fait dans la partie postérieure de la culasse, ce qui n'offre point les avantages décrits plus haut.

On préfère donc généralement choisir pour l'inflammation de la charge un point à sa circonférence dans une position verticale et se trouvant, par conséquent, dans le plan perpendiculaire passant par l'axe de l'âme du canon.

En dehors de la situation du point d'inflammation il y a à considérer la position de l'axe de la lumière ; il peut être perpendiculaire à l'axe de l'âme ou incliné vers celui-ci.

Les lumières dont l'axe forme avec celui de l'âme

du canon un angle aigu ont l'avantage de permettre d'amorcer la cartouche lors même qu'elle ne touche pas le fond de l'âme ; l'inflammation de la cartouche est plus sûre et le danger que la pression des gaz ne démonte le tube formant la lumière est moins grand que pour les lumières dont l'axe est perpendiculaire sur celui de l'âme du canon.

L'angle que l'axe de la lumière forme avec l'axe de l'âme est généralement de 79 à 82 degrés.

Dans les canons se chargeant par la culasse la lumière est ordinairement perpendiculaire à l'axe de l'âme. Le diamètre de la lumière doit être le plus petit possible pour que la perte des gaz soit un minimum — d'autre part il doit être assez grand pour livrer passage à l'épinglette.

Son diamètre est en proportion de l'amorce employée, mais il ne dépasse jamais 2 $^{1}/_{2}$ à 3 lignes.

La perte de gaz par la lumière, dans les canons de gros calibre, n'exerce qu'une influence insignifiante sur la vitesse primitive du projectile, comme il a été constaté par les essais faits avec un canon de 24 tirant avec 3 et 6 livres de charge dont la lumière d'un diamètre de 0.175 pouces fut hermétiquement fermée.

L'échappement des gaz qui a lieu par la lumière

exerce, par la réaction, une pression sur l'appareil de mire qui est insignifiante par elle-même, mais qui, de concert avec les autres forces collaboratrices, et vu la longueur du bras de levier avec laquelle elle agit, contribue à l'usure de l'appareil de mire et exige par conséquent qu'on en tienne compte dans la construction de ce dernier.

LXVIII. — LE CANAL DE LA LUMIÈRE.

Les lumières pratiquées directement dans le métal du canon ne manquent pas, par le tir, de s'élargir irrégulièrement du bas vers le haut.

L'élargissement a lieu après 150 à 200 coups de feu et la partie inférieure de la lumière forme alors entonnoir. Le gaz qui s'échappe par la lumière absorbe, par sa haute température et sa densité, le carbonne du fer par parties ou fait fondre dans les canons en bronze l'étain de la composition en arrachant les parties de cuivre devenues poreuses.

Comme exemple, nous citerons les canons en fonte ayant servi au siège de Saint-Sébastien en 1813, dont les lumières s'étaient tellement élargies que l'on y pouvait introduire plusieurs doigts.

On a fait des expériences à ce sujet avec quatre canons en fonte de 24, fabriqués à Woolwich, dont le premier avait une lumière rapportée en cuivre, le second une lumière en fer forgé et les deux autres canons des lumières pratiquées dans le métal même de la pièce. On tira pendant trois jours 400 coups de feu avec chaque canon, et on constata que la lumière en cuivre avait le moins souffert, tandis que la lumière en fer forgé montrait quelques dégradations et que les deux autres canons avaient leurs lumières considérablement élargies.

Par l'élargissement de la partie inférieure de la lumière il se peut que les résidus de la cartouche brûlée, s'y maintenant par les parties poreuses du métal, en obstruent le passage.

Quelquefois ces résidus forment un obstacle assez difficile à enlever, et en conservant une température assez élevée pour l'inflammation de la poudre, ils communiquent le feu à la charge suivante pendant l'opération du chargement, ce qui a été souvent la cause de très-graves accidents.

La lumière est donc généralement pratiquée dans un tube en cuivre qui se visse dans le métal du canon. Une lumière en cuivre de 3 lignes de diamètre intérieur supporte, suivant le calibre du

canon, de 800 à 1500 coups de feu, sans que son élargissement atteigne 5 à 6 lignes dans la partie inférieure et 4 lignes dans la partie supérieure. En dehors de l'élargissement intérieur du canal de la lumière les effets destructifs des gaz se manifestent au bord du tube rapporté et surtout à sa partie inférieure, où la haute température des gaz fait fondre tout autour du tube les parties d'étain du bronze ou absorbe le carbone du fer, ce qui produit un jeu entre le tube rapporté et le métal du canon.

Ce jeu atteint environ 0.5 lignes après 1000 coups tirés et devient alors grave. Par conséquent la forme du tube de la lumière doit permettre de le remplacer facilement après détérioration.

Le tube de la lumière est en cuivre rouge forgé, formant un cylindre de 1 $^1/_2$ à 2 $^1/_4$ pouces de diamètre extérieur.

Ce cylindre finit en cône légèrement prononcé à sa partie inférieure pour éviter autant que possible le jeu dont nous venons de parler, en étant en contact parfait avec le métal du canon à la circonférence de l'âme, il porte depuis ce cône jusqu'à sa partie supérieure et extérieurement un pas de vis correspondant à celui taraudé dans l'orifice pratiqué dans le métal du canon pour recevoir la lu-

mière, et est percé dans son centre par le canal destiné à communiquer le feu à la charge.

Dans les canons se chargeant par la culasse, ayant des lumières perpendiculaires à l'axe de l'âme, on emploie quelque fois des tubes côniques à surface unie, forcés dans l'orifice pratiqué au métal par l'intérieur de l'âme.

LXIX. — ORNEMENTATION EXTÉRIEURE DES CANONS.

Les saillies que l'on trouve surtout dans les anciennes pièces d'artillerie, avaient le double but d'ornementation de l'extérieur du canon et de renforcement des parties principales.

Depuis que l'on a reconnu que les saillies servant surtout à l'ornementation, n'augmentent point la résistance du canon et qu'elles mettent au contraire obstacle à la libre vibration du métal après le tir, on en a réduit le nombre au nécessaire.

Les pièces fondues reçoivent à la bouche un bourrelet destiné à les garantir contre les enfoncements par les projectiles ennemis et à augmenter

leur résistance contre les battements du projectile tiré avec jeu.

Dans les canons forgés, le bourrelet de la bouche est généralement supprimé à cause des difficultés de la fabrication. Dans les canons de siége, et plus encore dans les pièces d'artillerie de marine, la mesure de la tête du canon doit être réduite autant que possible, afin de pouvoir donner aux meurtrières et aux sabords un minimum de dimensions; par conséquent, le bourrelet de la tête doit être ici réduit à sa plus petite mesure ou ne pas exister du tout.

Le bourrelet de la bouche du canon est généralement muni de la visière et doit être relié à la partie cylindryque du canon par des courbes de grand rayon pour faciliter la libre vibration du métal.

Dans tous les cas où la résistance du métal est suffisante et où on n'a pas à tenir compte des battements du projectile quittant l'âme, il paraît rationnel et avantageux de renoncer à l'application du bourrelet de la bouche.

LXX. — LE POINTAGE DU CANON.

Le projectile quitte la bouche du canon dans la direction de l'axe de l'âme, et il est donc nécessaire de placer cet axe dans une position déterminée par rapport à la situation et la distance du point de mire; mais comme l'axe de l'âme est une ligne imaginaire, il faut bien avoir une autre ligne parfaitement dessinée sur l'extérieur du canon et indiquant la direction de l'axe de l'âme.

Cette ligne se marque d'elle-même là où le plan vertical passant par l'axe de l'âme coupe le profil du canon, et elle est indiquée à la surface du canon à la bouche et à la culasse, et par une position horizontale de l'axe des tourillons, par deux visières ou crans de mine.

Pour déterminer brièvement tous les rapports de la position et de la direction du canon, il sera bon de s'imaginer deux plans horizontaux, le premier passant par l'axe de l'âme et parallèle à l'axe des tourillons que nous appellerons *plan du canon*, et le second passant par l'axe des tourillons que nous appellerons *plan des tourillons;*

car alors le plan du tir forme, ou avec le plan du canon, ou avec le plan des tourillons, un système de coordonnées dans la pièce même sur lequel se rapportent tous les pointages.

Là où le plan du tir coupe le profil du canon, nous avons marqué par deux crans, un sur le bourrelet de la bouche et un sur la plate-bande de culasse, la ligne indiquant la direction du canon.

Mais cette ligne devrait pouvoir varier suivant la position de l'axe des tourillons, et par conséquent suivant la position plus ou moins horizontale de l'affût; car l'axe des tourillons étant incliné vers l'horizon, la ligne marquée n'est plus celle que le plan vertical du tir, passant par l'axe de l'âme, dessinerait sur le contour du canon.

Dans une position non horizontale de l'affût et de l'axe des tourillons, la ligne marquée par les crans de mire est donc fausse, et il est donc nécessaire pour éviter les erreurs de pointage, de placer l'affût dans une position horizontale; dans le cas contraire, il y aura une déviation du projectile proportionnelle à l'angle de tir au-dessous de l'horizon.

On peut certainement déterminer, au moyen d'instruments de précision, la déviation pour

chaque position de l'affût ; mais ce procédé n'est guère applicable en campagne.

Nous proposerons plutôt des anneaux rapportés portant les deux crans de mire au sommet, et pouvant tourner avec facilité autour de la partie cylindrique du canon qu'ils envelopperont et ayant à la partie inférieure, c'est-à-dire diamétralement opposée au cran de mire, un poids attaché au moyen d'une courte corde fonctionnant comme un pendule pour toujours assurer au cran sa position perpendiculaire dans tontes les positions de l'affût.

Les projectiles tirés par des canons rayés ont une dérivation régulière du côté du pas des rayures, c'est-à-dire les rayures tournant de gauche vers le haut à droite feront dévier le projectile à droite du plan de tir.

L'influence de la pesanteur du projectile pendant sa trajectoire le fait tomber de plus en plus sous le *plan du canon*; pendant que l'influence du pas des rayures le fait dériver de plus en plus du plan de tir. Si le projectile, sous ces conditions doit atteindre le but visé, il faut que le plan du canon ou l'axe de l'âme A B fig. 72 dans son prolongement A S′ surpassè le but E′, pour la mesure, E′ S′ mesure qui équivaut à l'abaissement du projectile par sa pesanteur à la distance du but, et le plan du tir K′ D E′, fig. 73

(projection de la fig. 72) doit laisser à sa droite le but E' pour la mesure E' E, mesure qui équivaut à la dérivation du projectile par le pas des rayures à la distance du tir.

Le pointage du canon consiste maintenant à donner à l'axe de l'âme la direction ci-dessus mentionnée.

On se sert pour cela d'une visière à coulisses, dont l'une verticale permet de marquer la dérivation en hauteur, l'autre, horizontale, la dérivation en largeur.

La visière C' L fig 72 porte sur la coulisse verticale une graduation pour les hauteurs et près de K' la coulisse horizontale K' k fig. 73 munie d'un cran de mire, pouvant varier dans la mesure K' K, équivalent à E E, de sorte qu'alors la ligne prolongée passant par la visiière de la coulisse horizontale et le cran de mire sur le bourrelet de la bouche du canon, atteint le but.

La dérivation des projectiles oblongs tirés par les canons rayés est inappréciable pour les premiers deux cents mètres aussi la néglige-t-on jusqu'à cette distance.

L'abaissement du projectile sous le plan du canon est donc seul en jeu et désignant fig. 69 ou 72

par $R = AC$ la distance entre la visière et l'axe de l'âme et par $r = B'D$ la distance entre le cran de mire sur le bourrelet de la bouche du canon et l'axe de l'âme AB'; par $l = AB'$ la distance entre les deux crans de mire et par $\theta = NDC$ l'angle formé par la ligne de mire et l'axe de l'âme prolongée nous aurons :

$$1) \qquad \tang \theta = \frac{R-r}{l}$$

et :

$$2) \qquad R = l \tang \theta + r.$$

θ représente ici l'angle d'inclinaison de l'axe de l'âme vers le but du tir, et est la mesure dont il doit surpasser le but pour que celui-ci soit atteint par le projectile.

Cet angle se détermine par un coup dessai et dépend de la distance du but et de la construction intérieure du canon. Cet angle étant connu on trouve R de la deuxième équation par l donné et r préalablement déterminé.

Comme avec les canons rayés on tire sous des angles considérables d'élévation, la visière à cou-

lisses deviendrait très-haute et la coulisse horizontale très-longue, ce qui serait incommode, pour le pointeur. Pour éviter cet inconvénient on choisit pour le cas où la visière dépasserait une certaine limite, au lieu du point de mire se trouvant dans le plan du tir, un autre point du côté droit de la culasse, et pour le cran de mire au bourrelet de la bouche du canon une visière appliquée à l'embase du tourillon de droite.

En rapprochant ainsi le point de mire de l'avant, on diminue de près de moitié les distances entre les deux points de mire et par conséquent aussi la hauteur des visières en une mesure équivalente.

Par un choix rationnel de la position du second point de mire sur l'embase du tourillon de droite, on peut de même diminuer la longueur de la culasse horizontale de la visière, en rapprochant plus ce point du plan de tir que la visière du tourillon, et cela dans la mesure proportionnelle de la distance entre les deux points de mire etc.

LXXI. — LA VISIÈRE DES CANONS RAYÉS.

La visière des canons rayés doit permettre une direction de hauteur et une direction de côté, elle

peut être de formes différentes suivant qu'elle est indépendante ou fixée au canon, et suivant que l'on veut obtenir la direction de côté du canon par la position de la visière ou par une coulisse horizontale.

La visière indépendante consiste généralement en un socle portant la coulisse verticale à laquelle est fixée la coulisse horizontale.

Cette coulisse horizontale porte à l'une de ses extrémités un bouton pour la facilité de son mouvement à la main et près de l'autre extrémité, un cran de mire servant au pointage de la pièce.

La coulisse verticale porte sur ses faces des graduations avec indications en chiffres correspondant à la distance de l'objet visé.

La coulisse horizontale porte de même une graduation avec indications en chiffres correspondant à la distance de l'objet visé et par conséquent à la dérivation du projectile pour cette distance.

Si le canon tire avec plusieurs espèces de projectiles et avec des charges variables, il y a lieu de donner à chaque espèce de chargement une graduation spéciale, séparée de l'autre dans le sens longitudinal par un trait.

Les graduations des coulisses dépendent de la

trajectoire du projectile, de la distance et de la position de l'objet visé et de l'élévation et de la construction intérieure du canon.

Après avoir mesuré les coordonnées des points de mire par des tirs d'essai sous différentes élévations, on peut, pour ces points de mire et par les données ci-dessus et les lignes de construction du canon essayé, déterminer de la manière suivante les dérivations en hauteur et en largeur :

a) Hauteur de la visière pour une distance donnée.

Désignant, dans une position horizontale de l'axe des tourillons, le plan vertical ou plan du tir passant par l'axe de l'âme par le plan du dessin même (fig. 72), et dans ce plan par :

AB l'axe du canon.

B le centre de la tranche de la bouche.

C le point de mire postérieur.

D le point de mire antérieur.

AC $=$ R la distance entre le point de mire postérieur et l'axe de l'âme.

B'D $= r$ la distance entre le point de mire antérieur et l'axe de l'âme.

E' la projection du point de mire sur le plan de tir.

F la projection de ce point sur le plan horizontal FG passant par l'axe des tourillons.

BME' la projection de la trajectoire.

BHJ $= \alpha$ l'angle d'élévation du canon sous lequel le but est atteint.

Nous trouvons la hauteur de la visière en tirant la droite E'D et en la prolongeant postérieurement jusqu'à ce qu'elle rencontre la coulisse CL placée perpendiculairement sur l'axe de l'âme, et c'est au point K' qu'elle nous donnera la hauteur CK' de la visière correspondant à l'élévation du tir et à la distance et à la position du but visé, et c'est en visant par le point K' et D que le but E' sera atteint.

Pour la détermination par le calcul de la hauteur $a =$ CK'.

Nous désignons par :

DN $=$ AB' $= l$ la distance entre les deux points de mire mesurée parallèlement à l'axe de l'âme.

BB' $= u$ la distance entre le point de mire antérieur et la tranche de la bouche du canon.

GH $= h$ l'abaissement de l'axe des tourillons sous l'axe de l'âme.

BH $= s$ la distance entre la bouche du canon et l'axe des tourillons.

CDN $= \theta$ l'angle naturel de mire.

K'DN $= \omega$ l'angle effectif de mire.

FG = E'S = x l'abscisse du point de mire.

E'F = GS = y l'ordonnée du point de mire.

Nous aurons :

$$CK' = K'N - CN = ND \tan \omega - ND \tan \theta.$$

Mais il est $CK' = a$, $ND = AB' = l$, $CN = AC - B'D = R - r$; donc :

$$\text{I)}\quad a = l \tan \omega - (R - r) = l (\tan \omega - \tan \theta).$$

Ici l'angle ω doit exprimer la fonction des valeurs relatives à la distance du tir.

Comme on voit dans la figure 72, nous avons :

$$\sphericalangle DE'O = \omega - \varphi,$$

et par suite :

$$\text{I)}\qquad \tan (\omega - \varphi) = \frac{DO}{E'O}.$$

Mais il est :

$$DO = DP + PJ + JQ + QO,$$

ensuite :

$$DP = r\cos\varphi,\ PJ = BT - Bb = (BH - BB')\sin\varphi = (s - u)\sin\varphi,\ JQ = GR = h\cos\varphi,\ QO = GS = FE' = y\,;$$

donc :

$$DO = r\cos\varphi + (s - u)\sin\varphi + h\cos\varphi + y.$$

De même on trouve :

$$E'O = E'S - OS,\ OS = JR = HT - JT - HR,$$

donc :

$$E'O = E'S - HT + JT + HR.$$

[illegible]

[illegible]

donc

[illegible]

Substituant [illegible] on obtiendra :

[illegible]

d'on [illegible] par :

[illegible]

(2) [illegible]

En introduisant cette valeur dans l'équation (1),

on trouve la hauteur de la visière comme étant :

$$\text{II)} \quad a = l \frac{x \sin\varphi + y \cos\varphi + r + h}{x \cos\varphi - y \sin\varphi - (s - u)} - R + r.$$

Supposons le point de situation des tourillons dans l'axe de l'âme du canon, et nous aurons $h = o$; la distance entre le point de mire antérieur et la tranche de la bouche étant fort minime, on peut supposer $u = o$ et négliger cette valeur ; la formule pour la détermination de la hauteur a se transformera alors en :

$$\text{III)} \quad a = l \frac{x \sin\varphi + y \cos\varphi + r}{x \cos\varphi - y \sin\varphi - s} - R + r.$$

Le point de mire ou le but étant élevé au-dessus du plan horizontal, y est négatif dans toutes les formules, et, s'il se trouve dans l'horizon des tourillons, nous aurons $y = o$; et la formule générale II) pour la hauteur de la visière se transforme en :

$$\text{IV)} \quad a = l \frac{x \sin\varphi + r + h}{x \cos\varphi - (s - u)} - R + r.$$

En comptant les coordonnées du point de mire du centre de la tranche de la bouche du canon et en posant $BF' = x'$ et $E'F' = y'$ nous aurons :

$$DO = DP + PO,$$
$$PO = bO' = BO' - Bb.$$

Donc :

$$DO = DP + BO' - Bb = r \cos. \varphi + y' - u \sin. \varphi$$

Et :

$$E'O = E'O' + OO' = BF' + B'P + B'b = x' + \\ + r \sin. \varphi + u \cos. \varphi.$$

D'où suit :

$$\text{tang}\,(\omega - \varphi) = \frac{DO}{E'O} = \frac{y' + r \cos \varphi - u \sin \varphi}{x' + r \sin \varphi + u \cos \varphi},$$

et

3) $$\text{tang}\,\omega = \frac{x' \sin \varphi + y' \cos \varphi + r}{x' \cos \varphi - y' \sin \varphi + u}.$$

La formule générale pour la hauteur de la visière est, dans ce cas :

$$\text{V)} \qquad a = l\,\frac{x'\sin\varphi + y'\cos\varphi + r}{x'\cos\varphi - y'\sin\varphi - u} - R + r.$$

Le point de mire antérieur se trouvant près de la bouche u peut encore être négligé, etc. Si l'angle DE'O ne diffère que peu de l'angle BE'O, ce qui aura lieu dans le tir à grande distance ou dans le cas où x', par comparaison à r, devient très-grand, on peut, dans la détermination de la hauteur de la visière sans compromettre l'exactitude nécessaire du calcul, remplacer la formule

$$\sphericalangle)\ DE'O = \omega - \alpha$$

par

$$\sphericalangle)\ BE'O' = \omega - \alpha$$

Dans ce cas, nous aurons par :

$$\text{tang}\ BE'O' - \frac{BO'}{E'O'} = \frac{y'}{x'},$$

$$\text{tang}\,(\omega - \varphi) = \frac{y'}{x'},$$

donc :

$$4) \qquad \text{tang}\,\varphi = \frac{x' \sin \omega + y' \cos \varphi}{x' \cos \varphi - y' \sin \varphi},$$

Et par suite pour la hauteur de la visière :

$$\text{VI)} \qquad a = l \frac{x' \sin \varphi + y' \cos \varphi}{x' \cos \varphi + y' \sin \varphi} - R + r.$$

Le point de mire ou le but se trouvant dans l'horizon de la bouche, nous aurons $y' = o$, et pour la hauteur de la visière :

$$\text{VII)} \qquad a = l\,\text{tang}\,\varphi - R + r.$$

b). DÉRIVATION DE COTÉ.

La dérivation du projectile causée par le pas des rayures nécessite à la coulisse verticale de la visière que nous venons de déterminer, une coulisse

horizontale permettant de reporter le point de mire de côté dans une mesure correspondante à la dérivation du projectile pour une distance connue.

Supposons, dans la figure précédente, un plan perpendiculaire au plan de tir et passant par la ligne K′E′. Dans ce plan, doivent se trouver le véritable point de mire ou le but visé et la visière ou le cran de mire K sur la coulisse horizontale. K′D E′, fig. 73, représente la projection sur le plan de tir de la ligne K D E, K K′D E E′ le plan projetant, donc E le point de mire ou le but et E′ sa projection, K la visière ou cran de mire sur la coulisse horizontale K′ k et K′ sa projection, D le point de mire antérieur sur le bourrelet de la bouche du canon, E E′ la mesure de la dérivation du projectile et K K′ le déplacement respectif du cran de mire sur la coulisse horizontale.

En élevant la pièce et en la tournant de côté jusqu'à ce que le pointage se fasse par la ligne K D E, K étant la visière sur la coulisse horizontale, D le point de mire antérieur et E le but, le projectile doit atteindre le but E si l'abaissement sous le plan du canon produit par sa pesanteur à la distance $BF'=x'$ est de S′ E′, fig. 72, et que la dérivation

de côté à la même distance est équivalente à la mesure E'E, fig, 73.

Supposant que la modification de la visière soit K K' = b et la mesure de la dérivation E E' = z nous aurons par les triangles semblables D K K' et D E E'

$$KK' : EE' = DK' : DE',$$

ou :

$$b : z = DK' : DE',$$

et par conséquent :

$$\text{VIII)} \qquad b = z \frac{DK'}{DE'}.$$

Pour le calcul de la dérivation de la visière, il est donc nécessaire de déterminer les valeurs DK' et DE'.

Ces valeurs ressortent de la figure 72 comme suit :

$$DK' = \frac{ND}{\cos \omega} = \frac{l}{\cos \omega},$$

et

$$DE' = \frac{E'O}{\cos(\omega - \varphi)} = \frac{x - (s-u)\cos\varphi + (r+h)\sin\varphi}{(\cos\omega - \varphi)}.$$

Introduisant ces valeurs dans la formule VIII, nous trouverons pour la mesure de la dérivation de la visière :

$$b = \frac{z\,l}{x - (s-u)\cos\varphi + (r+h)\sin\varphi} \cdot \frac{\cos(\omega - \varphi)}{\cos\omega},$$

ou

$$b = \frac{z\,l\cos\varphi\,(1 + \text{tang}\,\varphi\,\text{tang}\,\omega)}{x - (s-u)\cos\varphi + (r+h)\sin\varphi}.$$

Dans cette formule *tang*. ω a la valeur indiquée dans l'équation 2) et en substituant cette dernière valeur dans la formule que nous venons de développer, nous aurons :

$$\text{IX)} \qquad b = \frac{z\,l}{x\cos\varphi - y\sin\varphi - (s-u)}.$$

Calculant les coordonnées du point de mire de la bouche du canon, nous aurons dans

$$D\,E' = \frac{E'O}{\cos(\omega - \varphi)}$$

la valeur

$$E'O = E'O' + B'P + B'b = x' + r \sin \varphi + u \cos \varphi,$$

par conséquent :

$$D\,E' = \frac{x' + r \sin \varphi + u \cos \varphi}{\cos(\omega - \varphi)}.$$

Dans ce cas, la dérivation de la visière sur la culasse horizontale, en introduisant dans la formule

VIII) les valeurs DE' et $DK' = \frac{l}{\cos \omega}$

sera

$$b = \frac{z\, l \cos(\omega - \omega)}{(x' + r \sin \varphi + u \cos \varphi) \cos \omega}$$

ou

$$b = \frac{z\,l \cos \varphi \,(1 + \tang \varphi \tang \omega)}{x' + r \sin \varphi + u \cos \varphi}.$$

Substituant dans cette formule à la valeur *tang.* ω celle de l'équation 3 nous aurons :

X) $$b = \frac{z\,l}{x' \cos \varphi - y' \sin \varphi + u}.$$

Le point de mire se trouvant au-dessus de l'horizon de la bouche, y' devient négatif, tandis que pour le cas où il se trouve dans cet horizon, $y' = 0$ et la formule se transforme en

XI) $$b = \frac{z\,l}{x' \cos \varphi + u}.$$

La visière antérieure se trouvant près la tranche de la bouche du canon, de sorte que $U = 0$, en négligeant cette petite valeur, nous aurons :

XII) $$b = \frac{z\,l}{x \cos \varphi}.$$

LXXII. — HAUTEUR ET DÉRIVATION DE LA VISIÈRE, LES DEUX POINTS DE MIRE SE TROUVANT EN DEHORS DU PLAN DE TIR.

Les formules que nous venons de traiter, applicables à toutes les positions imaginables du but de tir, sont susceptibles de simplifications suivant l'exactitude du résultat que l'on veut obtenir. Elles sont non-seulement valables dans le cas où l'axe de la coulisse verticale et le point antérieur de mire se trouvent dans le plan du tir, plan vertical passant par l'axe de l'âme du canon, mais aussi dans le cas où la visière postérieure est établie en dehors de ce plan, au flanc de la culasse et que le point de mire antérieur se trouve, soit sur le tourillon ou l'embase, car, dans ce cas, supposant par ce dernier point de mire un plan vertical parallèle au plan du tir, les mêmes lignes et angles prennent place dans les formules pour la détermination de la hauteur et la dérivation de la visière absolument comme dans le plan de tir.

Ce plan parallèle était notre plan de projection et il va sans dire que la projection sur ce plan est identique au résultat obtenu sur le plan du tir, il

faut seulement alors mesurer la distance z du point de mire E et la grandeur de la dérivation de la visière du plan parallèle ou déduire de la première distance celle qui existe entre les deux plans parallèles. Supposant que l'axe de la visière postérieure soit éloigné vers la droite du plan de tir A B, fig. 74, pour la mesure $AC = c$ et du plan horizontal passant par l'axe de l'âme du canon et perpendiculairement au plan de tir pour la mesure R', tandis que le point de mire antérieur D est éloigné du premier plan pour la mesure de $DD' = Ad = c'$ et du second pour r', nous trouvons la hauteur de la visière par suite de la formule II comme étant :

$$a' = l \frac{x \sin \varphi + y \cos \varphi + r' + h}{x \cos \varphi - y \sin \varphi - (s - u)} - R' + r'.$$

et la dérivation de la visière b', supposant $c' > c$ et suivant la formule IX comme étant :

$$b' = \frac{(z - c') \, l}{x \cos \varphi - y \sin \varphi - (s - u)} - (c' - c).$$

Dans cet exemple, les valeurs x, y, z se rappor-

tant au point de situation des tourillons comme origine des coordonnées, mais en choisissant le centre de la bouche du canon comme origine des coordonnées, nous aurons suivant les formules V et X :

$$a' = l\frac{x' \sin\varphi + y' \cos\varphi + r'}{x' \cos\varphi - y' \sin\varphi - u} - R' + r'$$

et

$$b' = \frac{(z - c')\,l}{x' \cos\varphi - y' \sin\varphi + u} - (c' - c).$$

Supposant le but du tir dans l'horizon de la bouche, par conséquent $y' = 0$, nous aurons ;

$$a' = l\frac{x' \sin\varphi + r'}{x' \cos\varphi - u} - R + r$$

et

$$b' = \frac{(z - c')\,l}{x' \cos\varphi + u} - (c' - c)$$

etc,

D'après ces formules, on peut naturellement et réciproquement calculer les angles d'élévation des canons, la hauteur et la dérivation étant données, etc., etc.

Comme on voit par les admissions, dans les formules précédentes, il a été pris pour base, dans le calcul, une position horizontale de l'axe des tourillons ; cette condition n'étant pas satisfaite, le tir accusera des dérivations correspondantes à l'angle formé par l'axe des tourillons et l'horizon.

La détermination de la valeur des fautes et erreurs commises par une position non horizontale de l'axe des tourillons nous mènerait ici trop loin et nous dirons seulement qu'en pratique il suffira de placer l'affût et l'avant-train à vue d'œil, le plus possible dans une position horizontale.

FIN DE LA DEUZIÈME PARTIE.

(La suite au prochain numéro).

DE LA PROFESSION DES ARMES.

(Suite. — Voir le numéro du 15 août, page 317.)

Par l'esquisse rapide que nous venons de tracer à grands traits de l'histoire de la Grèce, et que l'on peut étudier en détail, il est facile de reconnaître que les institutions et la religion ont amené la décadence de ses armées, et que la ruine de ce grand peuple en a été le résultat.

La monarchie étant abolie où elle existait, et le gouvernement étant démocratique dans la plupart des pays, tandis qu'il existait une rivalité constante entre Sparte et Athènes, qui étaient les villes les plus puissantes, la Grèce devint en fait une sorte de confédération d'une multitude de petites républiques presque toujours en lutte à l'intérieur et avec les États voisins.

La religion payenne, véritable origine de l'esclavage, commandait un culte ignoble, était infectée

des superstitions les plus ridicules et avait divinisé les passions humaines, particulièrement la volupté, les dieux eux-mêmes autorisant tous les vices.

C'est ainsi qu'un peuple de héros à sa naissance fut amené, par la combinaison de ses institutions politiques et religieuses, à ne considérer que comme des êtres d'espèce différente et même des ennemis, les trois classes d'individus qui composaient son association; quelques nobles, beaucoup de plébéiens et des multitudes de serfs : on les comptait par milliers dans toute la Grèce. La corruption, cette gangrène du corps social, fit des progrès avec le temps, et répandit partout l'infection et la pourriture; car le paganisme, loin de réprimer le sensualisme, lui donnait au contraire toutes ses coudées franches. C'était à qui se surpasserait en cynisme et en turpitudes, et vers l'an 340 avant Jésus-Christ, tous les États étaient plongés dans le bourbier des vices les plus abominables.

Sur ces entrefaites on donna au peuple, et il les observa, des lois qui non-seulement réprimaient les excès permis par l'idolâtrie, mais qui ordonnaient des mœurs austères et des exercices propres à fortifier le corps et à former des hommes destinés à défendre leur patrie : tous les législateurs de ce

temps ont été d'habiles généraux. La première civilisation imposée par les armes de Cécrops et de ses successeurs fut augmentée. Déjà, au siége de Troie, l'art militaire avait fait beaucoup de progrès qui en avaient entraîné d'autres dans les arts et l'industrie. Ceux des sciences ne vinrent qu'ensuite.

Peu à peu, à mesure que la puissance de chaque État prenait de l'extension, on vit s'introduire parmi les plus puissants les mœurs efféminées de l'Orient, les richesses, le faste, la soif de commander, les intrigues, les crimes et toute espèce de corruption. Après la bataille de Leuctres, 371 ans avant Jésus-Christ, Sparte présentait tous les symptômes d'une décadence notable. Ne pouvant renouveler ses armées avec des hommes libres, elle appela pour la première fois des soldats mercenaires sous ses drapeaux et demanda des subsides à des princes étrangers. On voyait marcher avec les armées lacédémoniennes des bandes de domestiques, de femmes et d'enfants : chaque soldat avait sa concubine. Comment de pareilles armées auraient-elles pu défendre avec l'enthousiasme des anciens jours le sol sacré de la patrie, quand l'or de la Perse avait corrompu les classes élevées

de la société et jusqu'aux chefs de la milice.

A Athènes des causes absolument pareilles produisirent des effets identiques : la prostitution, l'opulence insolente, les banquets lubriques, les fêtes somptueuses, le sarcasme à la vertu, le peu de fois qu'on la rencontrait, et la dépravation portée à son apogée transformèrent cette république des armes, des sciences et des lettres, en tourbe ignorante, avec des chefs ambitieux et criminels ; en hétairies, ou réunions de femmes galantes, qui attiraient dans leurs maisons, par l'attrait du plaisir et de leur grand savoir en littérature, les généraux les plus distingués et jusqu'aux sages ou personnages les plus éminents ; en groupes de plébéiens auxquels tous les moyens étaient bons pour jouir de la mollesse, du rang et du pouvoir des nobles ; enfin, en bandes de serfs auxquels on ne cachait pas, tant leur misère était affreuse ! combien ils pouvaient avoir d'influence sur les destins de la république, et qui, par suite, se trouvaient en rébellion constante vis-à-vis de l'aristocratie.

On vit des hommes sans valeur et d'une conduite relâchée, s'emparer des postes les plus importants, et déployer un charlatanisme et une audace cyniques pour éloigner et même exterminer

tous ceux qu'ils connaissaient pour avoir des talents supérieurs. C'est ainsi que les généraux les plus recommandables par leurs services furent calomniés, poursuivis, exilés et mis à mort, *Xénophon, Miltiade, Thémistocle, Alcibiade* et d'autres encore. On vit la discipline se relâcher, la valeur et les vertus guerrières disparaître dans les armées, qui avaient à leur tête des capitaines stupides : on n'y voyait que des mercenaires, pas de citoyens; les officiers eux-mêmes n'avaient pas d'autre mobile que le pillage.

Outre ce qui a été dit, la rivalité persistante qui exista dès l'origine entre les deux villes de Sparte et d'Athènes, fut le motif du peu de durée des beaux jours de la Grèce. Tous les autres peuples, selon qu'ils s'alliaient à l'une ou à l'autre, éprouvaient la même répulsion naturelle. Aussi fut-il impossible de grouper les États de manière à former une nation homogène, et, par conséquent, ils devaient succomber devant un ennemi habile dans la guerre et la politique.

Toutes ces causes réunies finirent par corrompre et affaiblir les Grecs, dont la force matérielle cessa d'être dirigée par l'intelligence sur les champs de bataille. Cette terre qui avait produit tant d'hommes

distingués, où l'éducation de la jeunesse avait été exclusivement dirigée vers la guerre, dont les petites phalanges avaient vaincu des masses innombrables d'ennemis, perdit son renom. Ce n'était plus qu'un assemblage de peuples avilis, jaloux les uns des autres, énervés, plongés dans de sales débauches, sans armées et sans chefs pour leur montrer le chemin de la gloire et défendre la liberté au prix de leur sang. Le relâchement en vint au point qu'Athènes employa pour ses théâtres les fonds destinés à la guerre, et qu'on décréta la peine de mort contre quiconque proposerait de distraire les sommes affectées aux théâtres pour mettre l'armée en campagne.

Naturellement, les armes grecques cessèrent d'être victorieuses, pour laisser continuer la civilisation à celles d'un autre peuple guidé par le premier génie supérieur qui ait paru, et qui fut lui-même subjugué à son tour et dépassé.

En perdant son indépendance, la Grèce perdit aussi ses antiques vertus : au lieu de progresser, comme ils l'auraient dû, les sciences et les arts déclinèrent rapidement, en sorte que, dans leur progrès comme dans leur déclin, ils suivirent l'échelle parcourue par la capacité militaire; le

siècle, qu'on appelle siècle de Périclès et siècle d'Alexandre, ayant d'ailleurs été celui où l'art de la guerre fut porté à son apogée et où vécurent les hommes les plus distingués dans les lettres, les sciences et les arts. On remarque en première ligne pour la philosophie : *Anaxagore, Socrate, Platon, Aristote, Xénocrate, Diogène, Épicure, Aristipe, Démocrite*, etc. Pour l'éloquence : *Périclès*, *Démosthènes, Eschine, Lisias, Socrate*, etc. Pour la poësie lyrique, la tragédie et la comédie : *Pindare, Corinne, Eschyle, Sophocle, Euripide, Aristophane, Ménandre*, etc. Pour l'histoire : *Hérodote*, *Thucydide, Ctésias*, *Xénophon*, etc. Pour l'astronomie : *Méton*, etc. En médecine : *Hippocrate*, etc. En architecture : *Callimaque*, etc. En sculpture : *Praxitèle, Policlète, Lysippe, Phidias*, etc. En peinture : *Apollodore, Xeuxis, Apelles, Protogène*, etc. En musique : *Timothée* de Milet, etc.

Idées succintes sur l'histoire de l'Empire romain.

Rome était un village environ 754 ans avant Jésus-Christ. Le peuple le plus ancien de l'Italie à

dû provenir de l'Illyrie, quand il vint s'établir sur les deux rives du Tibre. Les populations composées de diverses races sont venues ensuite occuper le pays primitif; les Aborygènes montagnards et guerriers composant une autre société italienne se sont emparés avec le temps de tout le pays; et leur reine, *Roma*, fille d'Atlante, ou d'Italus, treizième roi à partir de *Tubal* qui venait du territoire qui a formé depuis l'Espagne actuelle, a fondé 1640 ans avant J.-C. un groupe de constructions auquel elle a donné son nom Ses compagnons ont combattu les usurpateurs et fini par dominer la contrée. Ils ont été l'origine des peuples Latins dont le nom dérive de leur roi Latinus. Romulus et Rémus descendaient des monarques qui succédèrent à ce dernier roi : le premier qui était ambitieux et plein d'audace avait été pasteur dans son jeune âge. C'est pourquoi, ayant réuni avec son frère des compagnons qui partageaient leurs goûts il vint s'établir sur le mont Palatin, vers l'an 754, dans le voisinage ou sur l'emplacement même de l'ancien village de Roma et à peu de distance de la ville d'Albe.

Le nouveau fondateur admit au nombre de ses sujets tous les aventuriers courageux qui voulurent se joindre à lui : mais n'ayant pas de femmes pour

peupler sa colonie, il enleva les Sabines, 747 ans avant J.-C. Après une lutte sanglante entre les Romains et les Sabins, les premiers ayant été vainqueurs admirent les seconds dans leur association. Le ravisseur vainquit aussi les peuples qui avaient pris les armes pour les offensés. C'est ainsi que dès son origine la cité qui devait dominer le monde a renfermé deux races dans son sein ; la race Etrusque qui portait en elle le sang de l'Orient, les croyances religieuses, l'aristocratie, l'existence de la propriété territoriale, la stabilité ; et la race *Albaine* qui représentait l'Occident, les idées héroïques, l'élément populaire, la propriété mobilière, le progrès et la liberté.

Romulus fut non-seulement un grand guerrier, mais encore un grand législateur, animé d'une prédilection extrême pour les pères de famille. Il leur donna ainsi qu'à ceux qui se distinguaient par leurs talents, des terres plus étendues qu'aux autres citoyens, d'où l'origine des patriciens et des plébeiens ; mais il créa entre les deux classes une médiation de patronage qui obligeait ceux des familles supérieures à diriger les affaires de ceux qui composaient la seconde catégorie, à vider leurs différends, à les défendre gratuitement devant les tribunaux,

en un mot à être leurs véritables patrons : Les favorisés de leur côté devaient les respecter comme des supérieurs et des pères de famille, subvenir aux dépenses nécessitées par les emplois et les dignités du patriciat, payer le rachat de leurs enfants quand ils étaient prisonniers et autres charges.

Romulus composa le sénat de cent patriciens dont les fonctions consistaient à examiner les affaires publiques et à décider sur leur gestion. Le Sénat surveillait le culte et l'exercice de la justice, il avait le droit de réunir les tribunaux, de faire exécuter les lois, il pourvoyait au commandement des armées, il avait le pouvoir de déclarer la guerre et de poser les conditions de la paix : admirable organisation due au guerrier, qui connaissant bien les caractères opposés des deux races de son peuple, voulut et sut former une nation grande, brave, éclairée et libre, constituée militairement ainsi que nous l'avons indiqué en terminant la quatrième des cinq propositions que nous avons voulu traiter.

Il promulgua des lois qui permettaient aux peuples voisins de s'incorporer à Rome en partageant tous les droits des citoyens romains : il interdit la milice et l'usage des armes à ceux qui n'étaient pas de condition libre et ne possédaient pas 400 drach-

mes, et laissa le commerce et les arts aux étrangers et aux esclaves. La constitution qu'il donna à son peuple dura plusieurs siècles et suscita sa grandeur sur le fondement de toutes les vertus publique.

C'était un précepte de la discipline des armées romaines, que d'établir des camps aussi souvent que possible ; n'ayant à passer qu'une seule nuit en campagne, elles eussent entouré le terrain qu'elles occupaient de parapets de terre relevée par les soldats. Au moyen de cette coutume observée constamment, les surprises devinrent impossibles quelque rapproché que fut l'ennemi : car les armes avaient une très courte portée, les commandants des forces romaines acquirent l'intelligence de la guerre, et le soldat s'endurcit par des travaux défensifs : de plus, on observait au camp la plus stricte vigilance, et il arrivait souvent, pour y forcer les sentinelles, de leur interdire le port de la pique où de l'écu pendant la durée de leur service.

L'an 715 avant J.-C., mourut Romulus, d'une manière ignorée du peuple et merveilleuse comme sa naissance. On fit croire qu'il avait été ravi au ciel ; mais il est certain que les sénateurs l'assassinèrent parce qu'il avait voulu abolir le sénat.

Numa qui était Sabin lui succéda sur le trône

qu'il occupa en paix pendant de longues années, s'occupant de perfectionner les lois et surtout les lois religieuses.

Sous les rois qui vinrent ensuite et qui portèrent à sept le nombre des rois de Rome, il y a des guerres constantes qui étendirent le domaine romain. Une des premières fut la guerre contre la ville d'Albe, qui disputait à Rome le premier rang. Pour y mettre un terme, Albe nomma trois guerriers qui étaient les frères Curiace, afin de combattre trois guerriers romains qui étaient les frères Horace. Rome fut victorieuse et admit les Albains dans son sein.

Tarquin le superbe, monté sur le trône par un parricide, fut le dernier roi de Rome. Ses vassaux se révoltèrent contre sa tyrannie et le précipitèrent du trône, qu'ils supprimèrent 509 ans avant J. C., la ville fondée par Romulus comptant déjà 130,000 citoyens.

Au temps des premiers rois, Rome avait été fortifiée d'une simple muraille qui avait environ quatre lieues de tour et embrassait sept collines. On avait élevé au milieu de la ville la citadelle du Capitole, qui était bâtie sur une roche d'un accès très difficile, la Roche Tarpéienne.

Bien qu'ils eussent l'habitude de se retrancher dans les camps où ils ne faisaient que passer, les Romains ne construisirent pas de fortification permanente pendant les premiers temps, car leurs armées composaient la force défensive de leurs frontières.

On établit la république; et *Brutus*, l'agitateur du peuple et chef de la rébellion, fut l'un de ceux qui dirigèrent le nouveau gouvernement avec le titre de *consuls*.

Les guerres se succédèrent et agrandirent de plus en plus la puissance et la civilisation romaines. Les principales furent : la guerre contre les Gaulois ; ils prirent, saccagèrent Rome et vinrent assassiner les sénateurs qui les attendaient avec une fermeté héroïque, vêtus de leur toge et assis sur leurs chaises curules ; mais, après sept mois d'occupation, les vainqueurs furent chassés par le peuple, qui, dès le premier jour, s'était fortifié dans le Capitole ; la guerre contre les Samnites, qui dura soixante et onze ans ; celle contre Tarente, cette rivale de Rome qui fut domptée après dix ans de combats ; la première guerre punique, qui dura vingt-trois ans et se termina par l'expulsion des Carthaginois de la Sicile et des îles voisines de

l'Italie ; la seconde guerre punique, qui dura plus de dix-sept ans, et pendant laquelle Annibal envahit l'Italie, vainquit à Cannes une armée de 87,200 Romains, dont il tua 70,000 hommes et fit 10,000 prisonniers ; on retrouva après la bataille les cadavres du consul Lucius Emilius Paulus, de 21 tribuns, de 80 sénateurs et de quantité de chevaliers. Plusieurs historiens ont rapporté qu'Annibal fit remettre au Sénat de Carthage deux boisseaux ou plus de six célémines d'anneaux enlevés aux doigts des chevaliers qui avaient succombé. A la fin, ce grand capitaine fut obligé d'abandonner ses conquêtes et de regagner son pays, parce qu'à son tour le consul Publius Scipion, surnommé depuis l'*Africain*, avait conduit les légions romaines sous les murs de Carthage. A son retour dans son pays, Annibal fut complétement défait à la bataille de Zama, bien qu'il eût une armée deux fois plus nombreuse que celle de l'ennemi. La guerre contre Antiochus, qui finit par succomber ; celle contre le roi de Macédoine, dont les États furent subjugués ; la guerre où la Grèce fut déclarée province romaine ; la troisième guerre punique où Carthage fut ruinée et détruite en quatre ans ; la guerre d'Espagne ; l'invasion des Gaules ; la

guerre de Numidie; la guerre de Rome contre plusieurs peuples, ses alliés, et qu'on a appelé la *guerre sociale;* celle contre Mithridate, roi de Pont.

Chaque guerre perfectionna l'organisation militaire de la république; l'usage des machines de guerre, parmi lesquelles figuraient en première ligne la catapulte et la baliste, se propagea de plus en plus. 474 ans avant J. C., on vit paraître dans les combats des chars armés de faux et de pointes de fer. Ils étaient conduits par des chevaux et montés par des soldats munis de projectiles incendiaires destinés à rompre et à détruire les lignes d'éléphants de l'armée de Pyrrhus.

Ces gigantesques machines vivantes finirent par être admises dans les armées romaines, mais pour peu de temps, depuis 200 jusqu'à 120 ans avant Jésus-Christ.

Pendant les guerres énumérées ci-dessus, la puissance romaine fût s'agrandissant de plus en plus, ainsi que les sciences, les arts et la civilisation, jusqu'à l'époque des guerres puniques, où Rome prit un aspect général différent. Sa décadence apparaissait déjà, mais dans un lointain très-éloigné. Les querelles intestines qui survinrent et

prirent un développement de plus en plus grand annoncèrent que le jour où elle devait descendre, l'apogée de sa fortune n'était pas éloigné.

Les discordes civiles finirent par prendre des proportions énormes, quand Marius et Sylla se disputèrent le pouvoir, 86 ans avant J.-C. Le premier, qui était le chef de la démocratie, finit par succomber.

Marius forma la cohorte en réunissant sur trois rangs un manipule de *Hastiaires*, avec un autre de *Princes* et un troisième de *Triaires*. La cohorte, composée de cinq ou six cents hommes, était divisée en six centuries. La réunion de dix cohortes formait une légion. Marius changea le système de recrutement des légions en abolissant les distinctions qui avaient existé dans les premiers temps et faisant admettre jusqu'aux esclaves dans les rangs de l'armée. On se procurait à l'étranger les vélites ou soldats légers, qui servaient en qualité de mercenaires.

Déjà une grande partie de la noblesse et de la société était pourvue, et la profession des armes leur inspirait de la répugnance, parce qu'ils avaient des moyens plus faciles et moins pénibles d'obtenir des triomphes populaires en prononçant des

discours à la tribune. C'était un grand mal pour l'avenir de Rome.

L'an 73 avant J.-C., les idées et l'influence des classes inférieures avaient tellement de prépondérance que les esclaves demandèrent la liberté les armes à la main.

L'an 58 avant J.-C., par suite des discordes civiles, Pompée, Crassus et Jules César établirent le premier triumvirat; mais l'épée de César mit un terme aux rivalités, et il demeura seul avec un commandement absolu.

Ce grand capitaine procura à sa patrie des victoires prodigieuses, mais ce furent les dernières qui aient signalé l'accroissement de la puissance romaine.

Beaucoup de personnes admettent que César est la figure la plus colossale de l'histoire; car il posséda au degré le plus éminent les qualités qui font le guerrier, le législateur, le politique, l'orateur et l'écrivain. Il était si savant en astronomie, qu'il réforma lui-même le calendrier.

Peu d'années avant César, les armées étaient temporaires; on licenciait les soldats après le retour de la campagne pour laquelle on les avait appelés. César fut le premier Romain ayant à sa

solde des troupes permanentes, composées de soldats de divers pays. Aussi les armées qu'il commanda furent-elles plus à lui qu'à l'Etat, car elles lui étaient attachées à cause de ses grands exploits, de ses largesses et du soin tout particulier qu'il prenait du soldat. Dans mainte occasion, afin de l'animer par son exemple, il marchait à pied tout armé et la tête nue, exposé aux rayons du soleil et aux injures de l'air.

César mort, Octave, son neveu et son fils adoptif, recueillit son héritage. Il cultiva l'estime du sénat et du peuple, et parvint à se faire nommer consul avant l'âge légal, forma le second triumvirat avec Lépide et Antoine, dont il se défit bientôt après. Il se fit proclamer empereur, l'an 31 avant J.-C. Son règne a été l'époque la plus splendide de la domination de la Ville Eternelle. C'est à juste titre qu'il fut nommé successivement Auguste, Empereur, Souverain Pontife, Consul, Tribun, Censeur, Père de la Patrie.

En arrivant au règne d'Auguste, un historien a écrit : *Les Cantabres et les Astures révoltés font leur soumission ; l'Ethiopie demande la paix ; les Parthes épouvantés renvoient les prisonniers romains et les étendards pris à Crassus ; les Indiens réclament*

*l'alliance de Rome; l'Asie-Mineure, la Grèce et la Pannonie reconnaissent pour leur souverain le maître de l'Italie; les rois de Judée et d'Arménie demandent aussi sa protection; les armes impériales font trembler les Grisons; et les habitants des bords du Weser (le duché actuel de Brunswick) reçoivent les lois de l'*IMPERATOR.

L'Empire d'Octave avait pour limites : au nord, le Rhin et le Danube; à l'est, l'Euphrate; au sud, la Péninsule Arabique, les cataractes du Nil et le mont Atlas; à l'ouest, l'océan Atlantique. Auguste, victorieux par terre et par mer, ferma le temple de Janus. Tout l'univers vécut en paix sous son autorité, et Jésus-Christ vint au monde l'an 4963 de la Création; Auguste étant mort à l'âge de 76 ans, l'an 14 de l'ère chrétienne. Le sénat décréta qu'il serait mis au rang des dieux, et commença par lui l'apothéose de ceux qui montèrent sur le trône.

Sous Auguste, l'armée romaine était composée de vingt-cinq légions, formant un effectif de 312,500 hommes. Chaque légion comportait 6,820 fantassins romains et 5,680 fantassins étrangers, plus 726 chevaux montés. Il y avait en outre un grand nombre de forces auxiliaires et des machines de guerre en abondance. Elles étaient extrêmement

perfectionnées et d'un usage fort commode sur les champs de bataille.

L'art de fortifier les places, qui avait été très-négligé dans les premiers temps, fit des progrès immenses, et les Romains y étaient très-entendus,

Les troupes ne demeuraient pas dans les villes, mais elles occupaient sur les frontières principales des camps retranchés, où l'on faisait des exercices constants et où l'on maintenait une discipline sévère. Jamais le soldat n'était employé aux travaux civils.

Le César, craignant pour sa sûreté personnelle, prononça la dissolution de la garde, qui se composait d'Espagnols et d'Allemands, et en organisa une nouvelle, composée de 16,000 hommes de cohortes civiques et de 20,000 prétoriens choisis, qui avaient une solde plus forte et une discipline moins sévère. Un tiers seulement résidait auprès du monarque et était campé hors de Rome ou des autres localités que l'empereur pouvait habiter.

L'obligation d'avoir fait la guerre un certain nombre d'années pour obtenir des emplois civils, et qui avait été observée avec une grande rigidité pendant les premiers temps de la république, finit par tomber en désuétude. Auguste fit aussi des

règlements pour rétablir la discipline et lui donner plus de consistance. Il se fit reconnaître comme le chef des soldats en exigeant d'eux chaque année le serment de fidélité au mois de janvier, et assurant un avenir aux vétérans à la fin de leurs services.

Après Auguste on vit monter sur le trône impérial : *Tibère*, tyran cruel et voluptueux, en qui commencèrent les monstruosités provenant de la corruption ; c'est pendant son règne que le Rédempteur fut crucifié : il rassemble auprès de lui tous les prétoriens pour le garder. *Caligula*, fou sanguinaire, assemblage de tous les vices : l'imbécile et superstitieux *Claude*, qui mis sur le pavois par la garde prétorienne, l'investit de grandes prérogatives, et lui fit des largesses qu'elle regarda par la suite comme un droit de joyeux avènement. *Néron*, l'exécrable parricide, qui, enivré de cruautés, en vint au point de faire mettre le feu à Rome.

Sous le règne de Tibère, le général Agrippa refusa les honneurs du triomphe, et depuis cet exemple on regarda comme une loi de l'État que la gloire militaire n'appartenait qu'aux Empereurs.

Jusques-là le diadème impérial s'était conservé dans la famille de César ; mais tout ordre de suc-

cession fut bientôt aboli : l'indiscipline s'établit dans l'armée et particulièrement parmi les prétoriens, qui s'arrogèrent le droit d'imposer des maîtres à l'Empire. Les guerres civiles, toujours si calamiteuses, se multiplièrent avec l'abus de la force. Les barbares qui composaient la majeure partie des légions se croyaient le droit d'abattre ceux qu'ils avaient élevés sur le trône : ils finirent par se réserver à eux-mêmes le poste suprême.

On vit, à cette époque, chaque armée nommer un Empereur : *Galba*, *Othon, Vitellius*; plusieurs autres encore furent proclamés à la fois. Galba et Vitellius furent assassinés par la soldatesque qui les avait nommés ; Othon se donna sa mort. Le chaos dura dix-huit mois, après lesquels l'armée, qui n'était pas encore une force brutale, endurcie dans l'indiscipline, revint à l'obéissance et reconnut *Vespasisen* pour unique Souverain.

Vitellius avait profité de son pouvoir éphémère pour dissoudre les prétoriens, mais on les rétablit.

Vespasien, sage, économe, magnanime et vaillant, occupa le trône en 69. Il rétablit la discipline et le caractère moral des troupes, soutint plusieurs guerres et soumit l'Angleterre. Il protégea les savants et fut très-économe.

Il eut pour successeur, en 79, son fils Titus, surnommé *les délices du genre humain* à cause de sa bonté et de son gouvernement paternel : Titus ne régna que deux ans.

Après lui, *Domitien*, son frère, homme cruel et rapace, monta sur le trône. De son temps les légions romaines furent vaincues par les barbares et il acheta la paix moyennant un tribut annuel. Pour apaiser une révolte, il eut la faiblesse d'augmenter la solde des troupes que l'économie des règnes précédents avait contrariées : le gouvernement devint l'empire de la force non dirigée par l'intelligence. Domitien persécuta les philosophes, méprisa les sciences et les beaux-arts et fut le premier qui fit souffrir le martyr à un grand nombre de chrétiens. Il mourut assassiné.

Lui succédèrent, *Nerva*, en 96 ; selon quelques auteurs, il était d'origne espagnole : c'était d'ailleurs un prince plein de bonté, ami des arts, un juge inexorable pour les délateurs. En 98, l'Espagnol *Trajan*, le meilleur des princes et l'honneur de sa patrie : il éleva l'Empire au plus haut degré de prospérité et combla ses armes de gloire ; il se distingua en toute circonstance comme guerrier, législateur, politique et bon administrateur. *Adrien*,

en 117 : c'était encore un Espagnol qui eut pu être le rival de son prédécesseur. Mais il se montra sanguinaire au commencement et à la fin de son règne : quoique belliqueux et bon général, il acheta à prix d'argent la paix des barbares. Il fit des lois très-justes et protégea les lettres et les arts : il mêla l'infanterie à la cavalerie dans les cohortes , voulut bannir le luxe des troupes, et modifia la formation des campements en mettant au centre les prétoriens et les forces étrangères, et faisant occuper les parapets par les légions, afin de contenir les premiers. *Antonin-le-pieux* en 138 ; il fut très-aimé et respecté des peuples, protégea les savants et se distingua par sa justice, sa droiture et sa bonté. *Marc-Aurèle* en 161. Sage, grand philosophe, bon général et excellent prince.

Après ces Empereurs, Rome ne fit que perdre en puissance et la lumière des lettres commença à s'éteindre avec Marc-Aurèle.

Commode, qui passe pour avoir été son fils adultérin, lui succéda en 180 : il fut remarquable par ses folies, ses cruautés et ses débauches.

Après lui, *Pertinax* ceignit le diadème impérial en 192 ; il avait les talents qui conviennent à un Souverain ; mais les prétoriens l'assassinèrent parce

qu'il voulait rétablir la discipline et avait payé d'une trop faible somme son élévation à l'Empire. A sa mort, en 193, la couronne fut mise à l'encan, et l'armée en était si bien devenue l'arbitre qu'elle l'adjugea à *Didius Julianus*, qui paya la valeur de 20,000 réaux à chaque prétorien. A la même époque les légions éloignées de Rome avaient élu trois Empereurs à la fois. Il y eut une guerre civile des plus acharnées, l'enchérisseur fut assassiné et l'Africain *Septime Sévère* demeura vainqueur. Il faisait parade de son despotisme et de sa cruauté ; il abolit d'abord la garde prétorienne ; mais depuis, non-seulement il la fit remplacer, mais il en éleva le chiffre à 50,000 hommes, qui étaient choisis parmi les soldats les plus distingués par leur vivacité et leur vaillance ; il les combla de largesses, toléra leurs désordres et introduisit parmi eux les anciens légionnaires qu'il avait commandés en Illyrie. De cette façon, les étrangers approchaient plus la personne de César que les vieux Romains.

A partir de 211, on vit monter sur le trône ou plutôt l'escalader des ambitieux incapables, vicieux, cruels, sans courage qui périrent la plupart par l'épée de leurs soldats, le poignard, la corde ou le poison; entre autres : le féroce et incestueux *Ca-*

racalla, fils du dernier Empereur, qui décida que tous ses sujets sans distinction seraient admis aux titres, fonctions et prérogatives réservées jusque-là aux seuls citoyens Romains; il forma un corps de 16,000 hommes, tous Macédoniens, organisés à la manière des troupes d'Alexandre-le-Grand, dont les officiers portaient les noms de ceux qui s'étaient illustrés sous ce grand capitaine, et qui avait ses éléphants comme la phalange macédonienne. Le cruel *Macrin*, Maure de nation, qui fit assassiner Caracalla et se fit proclamer Empereur à sa place, Héliogabale, d'origine Syrienne, qui avait été élevé dans tout le luxe de l'Asie. Le faste qu'il déploya paraît aujourd'hui fabuleux ; le parquet de son palais était couvert de poudre d'or et d'argent, il prenait des bains d'eau de rose, s'habillait en femme et se fit nommer Impératrice : il forma un sénat de femmes, mit à l'encan les premiers emplois de l'Etat, et fit immoler les plus beaux enfants sur l'autel de sa divinité Syrienne ; enfin, il n'y eut pas une idée cruelle, honteuse, folle, salement voluptueuse et ridicule, ayant passé par son imagination, qu'il n'aie mis à exécution : ses vices finirent par inspirer à ses gardes prétoriennes un tel dégoût qu'ils

l'assassinèrent dans une latrine où il s'était réfugié.

Alexandre Sévère monta sur le trône en 222 et se fit remarquer par son amour du bien, son économie, sa justice et le frein qu'il imposa au despotisme des troupes : il créa deux corps de vétérans et un troisième de six légions organisées en phalange. Les substitutions étaient admises depuis longtemps dans le service : les remplaçants étaient des hommes qui s'étaient vendus et qui remplirent l'armée de gens étrangers et de mœurs relâchées. Alexandre Sévère fit pendre par les pieds un de ses courtisans qui avait trafiqué de ses faveurs, et ordonna qu'il mourut étouffé par la fumée, parce qu'il en avait fait commerce.

Maximin monta sur le trône en 235 après avoir assassiné son prédécesseur. C'était un descendant des Goths et des Alains ; il avait une taille colossale (7 à 8 pieds), une force extraordinaire. Son ignorance égalait sa cruauté ; mais il était chaste et sévère pour le maintien de la discipline. Sous son règne les barbares firent d'heureuses excursions sur les terres de l'Empire. Il fut assassiné par ses soldats.

En moins de 25 ans un Africain, un Assyrien et

un Goth, aidés de la force brutale, avaient occupé le trône. Plus tard, en 244, ce fut l'Arabe *Philippe* qui se fit proclamer Empereur par les hordes de voleurs dont il faisait partie, après qu'il eut assassiné Gordien III, successeur de *Maxime*.

Gordien-le-Jeune fit enrôler sous son règne des enfants qui recevaient la ration et leur solde sans faire de service et qui avaient une organisation indécente.

Gallien revêtit la pourpre impériale en l'an 260, après Décius, Gallus et Émilianus, qui tous étaient morts de la main des soldats en fureur. Cet Empereur, adonné à la philosophie, abandonna complètement la milice. Il défendit aux sénateurs de servir dans l'armée, ce qui joint à son extrême indolence contribua plus que toute autre chose à la prompte destruction de l'Empire.

Les légions étaient déjà réduites à 6,000 hommes toujours en fuite.

Pendant les dix années suivantes trente Empereurs, la plupart tyrans, montèrent sur le trône ou le prirent d'assaut. Tous élus ou n'ayant que la force brutale pour soutenir leurs prétentions, on les vit précipiter à l'envi, et leur tête et leur corps rouler sur les marches du trône.

Aurélien, élu pour ses talents et sa valeur malgré son obscure origine, commença à régner en 270. Mais ses mérites personnels ne furent pas assez grands pour empêcher la ruine de l'Empire; il l'arrêta quelque temps par les châtiments sévères qu'il infligea aux soldats et qui rétablirent dans l'armée une vie frugale et une obéissance absolue; en échange il ne put composer ses armées de soldats Romains et fut obligé de recourrir aux Goths, aux Hérules et aux Scythes. De son temps, Rome commençait à redouter les barbares, et fut enveloppé d'une muraille ayant 21 milles de long. En 276, après *Tacite*, qui fut assassiné par ses soldats l'année même de son couronnement, *Probus* monta sur le trône. Ce prince donna une grande impulsion aux arts, au commerce et à l'agriculture; il fit rebatir jusqu'à 70 villages, mais il lui fallut appeler les peuples vaincus pour les peupler, et recruter les légions avec des prisonniers. Avec des forces pareilles l'Empire n'avait rien de bon à espérer; l'Empereur fut assassiné par ses propres soldats en 282.

En deux ans, trois Empereurs eurent une fin tragique. En 284, *Dioclétien* se proclama chef suprême; il était guerrier, grand administrateur et

habile politique, mais la faiblesse de son caractère l'entraîna dans beaucoup de contradictions : il fut pour les chrétiens un persécuteur cruel et acharné, confia le commandement de l'Occident à *Maximilien* qu'il fit appeler *Hercule*, et se réserva l'Orient en se nommant lui-même *Jupiter*.

En 292, Dioclétien voulant éviter la destruction de l'Empire le divisa en quatre prétoires ou préfectures militaires qui furent les Gaules, l'Illyrie, l'Italie et l'Orient. Il réorganisa les troupes, y rétablit une certaine discipline, allégea l'ancienne armure qui était devenue trop lourde pour les Romains dégénérés, diminua le nombre des prétoriens, se composa une garde impériale avec deux légions de 6,000 soldats illyriens chacune; ils étaient renommés pour leur adresse à lancer des javelots plombés ; il augmenta l'infanterie légère et la cavalerie qui, à partir de son règne, acquit une importance toujours croissante.

Dioclétien et Maximien ayant abdiqué le même jour de l'année 305, il se forma des partis nombreux pour élire leurs successeurs ; les uns voulaient fortifier la religion des idoles et les autres celle du Christ : il y eut jusqu'à six Empereurs à la fois, trois en Occident et trois en Orient ; mais

Constantin Ier, qu'on surnomma depuis le Grand, vit tomber successivement ses compétiteurs et finit par régner seul à partir de l'année 306.

Ne demeurant jamais à Rome, et méprisant d'ailleurs son peuple et son sénat, il en était abhorré; aussi pour correspondre à l'animadversion dont il était l'objet, il transféra la cour à Bysance, capitale de l'Orient, nommée Constantinople, après qu'il eut tracé les fondements des nouvelles constructions et élevé la chemise de l'enceinte moderne. Constantin adopta les coutumes aussi fastueuses que barbares des Orientaux, et rompit avec la souche des rejetons de l'antique race des héros.

Il devint si cruel qu'il fit mettre à mort son fils Crispus, par jalousie des triomphes qu'il avait obtenu dans les Gaules. Il fit aussi assassiner son beau-père, ses beaux-frères, sa sœur, son gendre et sa femme.

A la fin, le remords toucha son cœur; à l'âge de quarante ans il se fit chrétien et favorisa sa nouvelle religion au point de la déclarer religion de l'État; le tout, par suite de la bataille qu'il avait livrée en 312 contre Maxence, l'un des six Empereurs qui lui disputaient le trône, et qui était pour les chrétiens un persécuteur acharné. C'est dans

cette bataille que Constantin avait aperçu en l'air une croix lumineuse avec l'inscription : *In hoc signo vinces*. Cette apparition enflamma tellement l'ardeur de ses soldats que son compétiteur essuya la déroute la plus complète et périt dans le combat. En souvenir de cet événement, Constantin fit mettre la croix à la place de l'aigle qui avait figuré jusque-là au milieu du *labarum* impérial.

La même année il fit dissoudre la garde prétorienne.

Il fut heureux dans toutes les guerres qu'il entreprit ; rétablit la discipline de l'armée en dispersant les cohortes prétoriennes, en établissant, le premier, des corps étrangers permanents. Il réorganisa l'armée, où, pour rendre l'accès du pouvoir plus difficile à ceux qui la commandaient, il abaissa à 1000 ou 1500 hommes l'effectif des légions. Mais il conserva les forces régulières, qui tenaient garnison dans l'intérieur de l'Empire, laissant la surveillance des frontières à la garde des frontières où les désertions étaient fréquentes.

De son temps, l'état militaire fut absolument sans attrait et en vint à inspirer une telle répulsion que non-seulement les jeunes gens se mutilaient pour n'être pas obligés de servir, mais les fils même des

vétérans, afin de se soustraire à une carrière qui avait fait la fortune de leurs pères. Aussi Constantin leur fit enlever leurs anciens privilèges.

Il fit une innovation transcendante en séparant pour toujours le pouvoir civil du pouvoir militaire, dans la crainte que les hauts dignitaires n'en vinssent à abuser de leur autorité.

Il accorda aussi une extrême protection aux sciences, aux lettres et aux arts, et promulgua des lois civiles conformes à la foi du Christ. Il fit élever un grand nombre de temples chrétiens dans Rome, à Constantinople, et en divers lieux de ses domaines. Il embellit sa nouvelle capitale de monuments somptueux.

Dans la guerre contre Maxence on vit paraître dans l'armée ennemie une grosse cavalerie toute nouvelle, dont les chevaux et les cavaliers étaient revêtus d'une cuirasse.

A la mort de Constantin, en 337, ses trois fils occupèrent le trône impérial, mais bientôt Constance régna seul.

Julien-l'Apostat, qui commandait dans les Gaules sous le sceptre de Constance, fut proclamé Empereur par ses soldats et hérita du trône à la mort de celui-ci en 361. Il était austère à l'extrême et avait

d'excellentes qualités comme politique, comme guerrier et comme littérateur. Mais bien que son règne ait été court, toutes ses vertus furent obscurcies par sa vanité, ses superstitions payennes et la persécution obstinée qu'il fit subir aux chrétiens, dont il voulait exterminer la religion, après l'avoir professée.

Jovien revêtit la pourpre après lui, et fut bientôt remplacé par *Valentinien Ier*, qui sépara complètement l'Occident de l'Orient et céda celui-ci à son frère Valens, qui mourut en 378, combattant contre les barbares.

L'Espagnol *Théodose-le-Grand*, qui avait été précédemment généralissime des troupes, commença à régir les destinées de l'Empire d'Orient, en 379; ses victoires splendides sur les Visigoths et les Francs, commandés par le comte Arbogaste, empêchèrent pendant quelques années le démembrement de l'État.

Vrai chrétien, il donna l'exemple remarquable d'une entière soumission à l'Église en déposant les insignes impériales et faisant la pénitence publique que lui avait imposé saint Ambroise à la suite du massacre de Thessalonique. A la fin de son règne, qui dura seize ans, les Romains abandonnèrent dé-

finitivement leur armure défensive et les armes pesantes ; les descendants des anciens héros ne pouvaient plus supporter le casque, la cuirasse, l'épée et le pilum, et l'on eut le spectacle singulier d'une cavalerie barbare qui commença à se couvrir d'armures défensives au moment où l'infanterie romaine mettait de côté ses poids trop lourds.

Les Romains à cette époque évitaient de combattre de près, afin d'être moins exposés aux coups de leurs adversaires ; les armes de jet furent perfectionnées ainsi que les machines à lancer les projectiles. Il était devenu si difficile de réunir un grand nombre de soldats qu'il fallait augmenter à proportion le nombre de traits qu'ils pouvaient lancer.

Sous le règne de Théodose on commença à fortifier Constantinople avec des ouvrages solides et réguliers.

En Occident, Valentinien Ier fut assassiné et le général Maxime prit la pourpre à la place de Valentinien II à qui elle appartenait.

Théodose marcha avec les Romains contre l'usurpateur, le premier avait pour alliés les Huns, les Alains et les Goths ; l'autre les Germains, les Gaulois, les Gallois et les Maures.

Valentinien II, rétabli sur le trône d'Occident,

ayant été assassiné, le rétheur Eugène, employé du palais, fut proclamé Empereur. Alors Théodose revint en Italie, amenant avec lui les barbares ses alliés et entr'autres les Visigoths, commandés par Alaric. Il fut vainqueur et commanda les deux portions de l'Empire.

A sa mort, en 275, Théodose partagea de nouveau la couronne entre ses deux fils Honorius et Arcadius. Enfin, en 408 les hordes visigothes, commandées par Alaric, arrivèrent jusqu'à Rome et pénétrèrent dans la ville d'où elles furent vite chassées. Mais elles revinrent sur leurs pas et la capitale du monde leur fut livrée par des esclaves. La Rome payenne et efféminée fut obligée de faire de la monnaie avec la statue d'or de la Valeur, et de dépouiller ses temples afin de racheter la vie de ses habitants.

Ataulphe régna à la mort du premier envahisseur, et, malgré sa barbarie, par un secret dessein de la Providence, il rendit hommage à la civilisation du peuple conquis, se proposant de le continuer et de réorganiser l'Empire déchu. Il envahit la Gaule Méridionale à la tête de ses armées désorganisées et pénétra en Espagne d'où il domina les deux pays.

Les Vandales, au nombre de 50,000, passèrent d'Espagne en Afrique sous le commandement de Genséric, et ils fondèrent un royaume avec les provinces Romaines qu'ils avaient conquises.

Toutefois Honorius, Empereur d'Occident, fit des efforts pour récupérer les provinces perdues; mais ils furent inutiles ainsi que ceux des successeurs que lui donnèrent les restes réduits de l'armée. Déjà des généraux de fortune, issus des peuples barbares, commandaient les forces Romaines. Arcadius régna en Orient sous la tutelle du Goth Rufin, son favori, de même qu'en Occident, Honorius, gouverné par le Vandale Stilicon, commandait dans Rome. Ce général ne put réunir qu'une armée de 35,000 hommes pour repousser l'invasion du Germain Radagaise en 404. Pour former son armée, il fut obligé d'enrôler des esclaves auxquels il donnait la liberté et deux pièces d'or.

Sous le sceptre de *Valentinien III*, qui monta sur le trône en 424, il y avait encore un fameux général, *Aétius*, qui fut le dernier soutien de l'Empire d'Occident, et livra contre Attila, en 451, la grande bataille des champs Catalanniques. L'armée victorieuse était, en réalité, une armée de barbares dans laquelle il n'y avait qu'un petit nombre

de Romains. Pour prix de sa victoire, Aétius fut assassiné par l'Empereur, dont la jalousie avait été surexcitée par les courtisans.

Après une durée de 1228 ans, l'Empire d'Occident fut anéanti, en 476, sous l'Empereur Romulus Mamyllus Augustus, nommé par dérision Augustule.

Il ne resta debout que l'Empire d'Orient, connu à partir de cette époque, sous le nom de Bas-Empire. Il eut des jours très-brillants sous l'Empereur Justinien. C'est pendant son règne que le général Bélisaire reconquit le royaume fondé par Genséric avec les provinces d'Afrique, et une grande partie de l'Empire d'Occident. Mais la jalousie des courtisans brouilla ce vertueux et illustre capitaine avec son souverain et lui fit perdre la faveur impériale. Quelques historiens ont raconté que Justinien, après lui avoir fait crever les yeux, le laissa mourir dans l'exil et dans la misère. Toutefois des recherches plus récentes semblent prouver que Bélisaire, vainqueur des Goths et des Vandales, finit par recouvrer les bonnes grâce du prince et mourut en 565.

L'Empereur Justinien régna 38 ans et fut un grand législateur. Il protégea constamment les arts, les lettres et le commerce, aima son peuple et l'initia

à la science de l'économie politique. Mais il augmenta les impôts, laissa se développer le servilisme des courtisans, et montra plus de faste que de goût dans les monuments qu'il fit élever. Il abolit le sénat de Rome et le consulat. Les conquêtes de Bélisaire et de l'eunuque Narsès, en Italie, agrandirent l'Empire qui, d'autre part, perdit une grande partie des anciens États.

Les fortifications permanentes que l'on avait élevé avec beaucoup de réserve durant la longue période de prospérité, et qui n'étaient que des doubles murs, flanqués de tours, enveloppant les places, reçurent un développement extrême, en rapport avec le déclin de la vertu guerrière. Justinien doubla la force matérielle des anciens ouvrages, construisit 80 places, éleva et répara 600 forts, augmenta la défense du défilé des Thermopyles, fit renforcer les remparts d'un grand nombre de villes ainsi que la formidable barrière de la Chersonèse de Thrace, en fit construire une pareille en Crimée et exécuta un grand nombre d'ouvrages défensifs. Ces immenses dépenses épuisèrent inutilement le trésor public; car toutes les constructions de Justinien ne servirent que très-peu pour contenir l'invasion des barbares et empêcher la ruine de l'Em-



pire. Que pouvaient les défenses artificielles quand la vertu guerrière avait disparu non-seulement dans les armées, mais dans l'âme des Romains?

Sous Justinien l'armée cessa d'être permanente; la légion fut abandonnée pour la phalange, l'infanterie, qui avait toujours eu le premier rang, céda le pas à la cavalerie : l'art de la guerre, tombé en décadence, marcha rapidement vers un oubli total.

L'Empire d'Orient continua à décliner, toujours en guerre avec les Russes, les Bulgares, les Turcs et d'autres nations. La lutte était rarement favorable aux Bysantins, qui d'ailleurs étaient encore affaiblis par des querelles intestines et des schismes religieux.

Parmi les Empereurs qui montèrent ensuite sur le trône on remarque Héraclius qui régna de 610 à 641. Des victoires importantes firent rentrer en sa possession des territoires nombreux conquis par les Perses pendant les règnes précédents. Il soumit la Syrie et l'Arménie, et donna à l'Empire une paix glorieuse et une existence heureuse qu'il ne connaissait plus depuis longtemps. Sous Héraclius l'armée était réduite à 70,000 hommes, presque tous cavaliers. L'infanterie négligée allait bientôt tomber dans le dernier mépris.

De 668 à 685, Constantin III déploya un esprit et des talents militaires en faisant la guerre aux Sarrasins; il prescrivit des campements et des marches, des exercices et des évolutions; édicta des ordonnances sur l'art de la guerre et patrona les lettres et les sciences : sous son règne on découvrit le feu grégeois.

L'Impératrice Irène usurpa le sceptre en 790. Elle obtint des avantages sur ses ennemis : elle unissait plusieurs vertus à une cruauté si grande, qu'elle fit assassiner son époux et priver son fils de la vue. Détrônée à la fin, elle mourut dans l'indigence.

L'Empire continua à décliner rapidement. En 820 il passa à la race Phsygienne. En 1204, Constantinople tomba au pouvoir des Français et des Vénitiens de la 4e croisade. La race latine commença à régner avec Baudouin, comte de Flandres. En 1261, l'Empire devint grec avec Michel Paléologue; enfin, en 1453, les Turcs, commandés par Mahomet II, prirent Constantinople et se rendirent maîtres de ce qui restait des provinces de l'Empire.

Nous avons été conduits à accompagner de détails, peut-être un peu longs, l'abrégé de l'histoire du Peuple-Roi, afin de montrer clairement com-

ment la civilisation et les armes ont suivi une marche parallèle dans son progrès comme dans sa décadence. Résumons-en les traits principaux :

Romulus, qui avait à la fois le génie du guerrier et du législateur, fonda la nouvelle Rome, et enleva les Sabines pour donner des femmes à ses premiers habitants. Il adopta des armes les Samnites, organisa militairement la ville éternelle et institua la Légion, dont la Constitution fut le fondement de la grandeur romaine.

Il fit une guerre énergique aux peuples qui avaient entrepris de venger l'outrage fait aux Sabines, et forma, avec les vainqueurs et les vaincus, une société unique où tous avaient des droits égaux.

Numa trouva donc un peuple, dont la constitution était essentiellement militaire, nombreux, belliqueux et content ; mais en même temps simple frugal, accoutumé au travail, particulièrement au travail de l'agriculture, avec un certain penchant vers les idées religieuses C'est d'après ces données qu'il se dévoua à cimenter les bases d'une grande puissance, et qu'il entreprit de perfectionner le système législatif en développant le sens religieux et fondant le culte des dieux. A sa mort, il légua à son successeur une ville dont les habitants avaient

dépouillé leur antique rudesse, et qui étaient accoutumés aux jouissances de la famille, mais sans avoir rien perdu de leur patriotisme exquis et des aptitudes militaires toutes particulières qui les distinguaient.

Albe voulut revendiquer l'antique suprématie qu'elle avait exercée dans les anciens temps, mais elle fut vaincue par la jeune génération des enfants des fondateurs.

Les rois accrurent par la force le domaine de l'État, mais on vit augmenter en même temps les abus du pouvoir absolu, et quand Tarquin monta sur le trône, il y joignit la cruauté. Aussi ses vassaux furent obligés de lui arracher le diadème et d'abolir la royauté.

Rome s'érigea en république : et l'équitable répartition des terres et du butin, la sobriété, le mépris du faste, l'amour et l'orgueil de la patrie, continuèrent à faire prédominer l'esprit militaire, soutenu d'ailleurs par des exercices corporels et le maniement des armes, parce que tout homme libre était soldat ; qu'il y avait un système excellent d'élection pour les commandements de l'armée ; qu'on n'élevait au consulat et aux diverses magistratures que les hommes les plus instruits dans les lettres

et la science des armes, et qu'il était établi en principe de ne jamais faire la paix avec l'ennemi après une déroute. Tels furent les germes de la grandeur romaine.

Mais bientôt on vit de fougueux tribuns souffler la haine parmi les rivaux et les animer les uns contre les autres par leurs discours incendiaires ; il y eut à tout propos des discussions politiques; les partis luttèrent avec acharnement pour élever au pouvoir des hommes déterminés. Pour établir une séparation entre le peuple et les chefs de ces grands débats, et pour éviter les querelles continuelles des patriciens et des plébéiens, on fit des guerres, qui toutes augmentèrent de plus en plus la grandeur de l'État.

On envoya à Athènes des ambassadeurs qui étudièrent les lois des Grecs, et à leur retour, on élut dix magistrats chargés de faire un Code et de gouverner pendant qu'ils le rédigeraient. De là le gouvernement des décemvirs, extrêmement juste dans son principe, mais qui dégénéra en tyrannie. C'est pourquoi, deux ans après, on nomma deux consuls pour régir les destinées de la république. Les guerres et conquêtes furent continuées ; Rome dominait déjà les peuples de l'Italie et des royaumes

puissants sollicitaient son alliance. Les sciences et les arts étaient en progrès ; les droits respectifs du sénat, du peuple et des magistrats avaient une garantie solide.

Survint la rivalité contre Carthage : deux puissances aussi formidables et aussi différentes devaient entrer en lutte pour mesurer leurs forces, et la lutte ne pouvait finir que par la destruction de la plus faible. Ce fut Carthage ; mais Rome eût été certainement subjuguée, si Annibal avait marché sur la future reine du monde, au lieu de se livrer au repos et aux plaisirs de l'amour, après la bataille de Cannes. Le moment de détruire le peuple destiné à fonder l'unité morale de l'univers n'était pas encore venu : c'est pourquoi ce redoutable ennemi de la puissance romaine choisit Capoue pour son quartier général et peut-être le centre de ses nouvelles conquêtes, sans se douter qu'énervant son esprit dans ce foyer de corruption, il ne faisait qu'obéir à l'inexorable loi de la destinée.

Rome finit par comprendre le secret de la situation ; pour exterminer sa rivale, il fallait aller la frapper au cœur : l'armée la plus formidable fut envoyée en Afrique.

Carthage succomba ; il ne pouvait en être autre-

ment : elle avait été libre avant sa rivale ; sa dépravation était beaucoup plus grande et avait pénétré jusqu'aux classes les plus infimes ; on y vendait les emplois publics à prix d'argent, les richesses étaient concentrées dans un petit nombre de mains, la plupart des citoyens vivaient dans l'indigence ; il y avait deux partis dans la ville ; l'un, qui voulait la paix, l'autre la guerre ; quand, à Rome, tous les citoyens, sans exception, étaient animés de l'enthousiasme des conquêtes ; Carthage ne veillait pas au ravitaillement de ses armées ainsi qu'elle aurait dû le faire, et pendant la guerre d'Italie, on laissa Annibal réduit à ses seules ressources, malgré qu'il eut réclamé des secours avec instance pour continuer ses victoires et entrer dans Rome. L'avarice avait aplati toutes les âmes; et les troupes, dont les trois-quarts étaient étrangères et commandées par des officiers étrangers, ne connaissaient d'autre mobile que l'appât du butin ; tandis que les légions romaines combattaient par orgueil national et pour leur propre cause. Aussi, quand ils étaient battus, les Carthaginois se révoltaient et crucifiaient leurs généraux, tandis que les Romains observaient, jusque dans leur défaite, une discipline sévère. S'ils venaient à fuir, leurs chefs avaient le

droit de les décimer pour les obliger de faire face à l'ennemi. Après la première guerre punique, Carthage licencia ses mercenaires sans leur payer certaines sommes qui leur étaient dues; de là une guerre qui changea les triomphes en désastres. La mollesse avait énervé les âmes et les exercices propres à augmenter les forces du corps furent négligés. L'infanterie romaine avait une supériorité décidée sur l'infanterie carthaginoise, par son armement, son équipement et aussi par ses aptitudes particulières; et quoique le contraire existât pour la cavalerie, comme elle n'était qu'auxiliaire, sa prépondérance ne pouvait donner la victoire. Enfin les Carthaginois, peuple adonné au commerce, n'avaient pas pour les sciences la considération qui convient, tandis que leurs belliqueux ennemis étaient avides de savoir.

Les Romains, qui avaient toujours conservé quelque chose de la férocité de leurs ancêtres, établirent les combats de gladiateurs pendant la première guerre punique. Cette institution fut l'origine des fêtes de théâtre : la médecine devint une profession.

Pendant la seconde guerre punique, Rome dut combattre les Grecs. Marcellus prit Syracuse, où

Archimède fut assassiné par ses soldats, bien que ce général eût donné ordre d'épargner le fameux géomètre et mécanicien. Les rapports qui s'établirent avec cette ville, véritable foyer de lumière, développèrent le goût des lettres et des arts de la Grèce. C'est de là que date l'origine des *Annales de Rome*, et d'autres ouvrages célèbres.

Peu d'années après, la Grèce fut complètement soumise et devint province romaine, sous le nom d'Achaïe. Rome perfectionna sa civilisation en s'assimilant celle du peuple vaincu. Cinquante ans auparavant, la soumission d'Antiochus le Grand, roi de Syrie, avait laissé les Romains maîtres de l'Asie-Mineure; plus tard, ils s'emparèrent du royaume tout entier : c'est alors qu'ils abandonnèrent la simplicité et les mœurs austères des premiers temps.

Ces conquêtes immenses avaient introduit dans Rome le luxe et les mœurs de l'Asie. La corruption qui date de cette époque, donna au peuple vainqueur une physionomie toute nouvelle. On vit de jour en jour la vertu méprisée au profit de l'ambition et de l'égoïsme, et le pouvoir escaladé par les orateurs qui savaient capter la faveur populaire. Élevés au consulat, ils commandaient les armées,

et, devenus généraux, ils se faisaient des prosélytes au moyen des troupes qui leur étaient confiées, et dont ils n'usaient qu'en vue de leur intérêt personnel. Déjà on voyait les magistrats des provinces les ruiner par des exactions scandaleuses; la loi sur le patronage des plébéiens fut altérée à leur préjudice; les exercices militaires furent abandonnés des citoyens; Rome cessa d'être un camp. Les honneurs, les titres et les dépouilles des vaincus étaient l'apanage exclusif des sénateurs, des patriciens, des nobles et des chevaliers : les mœurs publiques étaient frappées du sceau du faste et de la sensualité orientale.

Le droit de citoyen fut prodigué sans mesure. Il y eut plus d'avantage à être un habitué du Forum qu'à servir dans l'armée : l'amour de la patrie s'affaiblit de plus en plus.

Sylla, vainqueur de l'Asie, exigea une rançon si énorme, que les habitants vendirent leurs femmes et leurs filles vierges; il y en eut un grand nombre qui se donnèrent eux-mêmes, à prix d'argent, afin de satisfaire au raffinement des passions romaines déchaînées.

Tant que ce tyran exerça le pouvoir, depuis la défaite et la mort de Marius, son rival, il fit verser

par torrents le sang des citoyens et proscrivit des multitudes de ses compatriotes; mais, en même temps, il donna les biens des victimes aux soldats qui trahirent la patrie pour demeurer fidèles à sa cause. A partir de ce moment, tout put s'acheter : avec de l'or, on obtenait les suffrages du peuple, la protection des sénateurs et celle des magistrats; son extrême abondance avait noyé la liberté.

La ville qui, à son origine, n'avait été qu'un modeste hameau, était devenue, 130 ans avant J.C., la souveraine du monde. Mais son orgueil était le germe de toutes les mauvaises passions; la noblesse romaine devint ambitieuse et tyrannique, la populace se livra à la licence : les armées suivirent son exemple. Jugurtha, roi de Numidie, après avoir reçu, à trois reprises différentes, les commissaires romains envoyés pour régler les différends qui troublaient son royaume, et avoir acheté leur opinion à prix d'or, dit, en quittant Rome où il avait été appelé : *Cité vénale, tu périrais bien vite s'il se trouvait quelqu'un d'assez riche pour t'acheter.*

Les dissensions intestines du parti populaire devinrent de plus en plus graves : les esclaves eux-mêmes se révoltèrent et demandèrent la liberté,

les armes à la main. La désunion allait toujours en augmentant parmi les vainqueurs, qui conspiraient pour exercer la dictature ; et la décadence morale, qui est toujours l'infaillible précurseur de la décadence physique, faisait des progrès notables.

Les querelles de Sylla et de Marius, déférées à la barre de l'armée ; plus tard, celles de César et de Pompée, vidées sur les champs de bataille, accoutumèrent le soldat à épouser l'un ou l'autre parti, et à connaître son importance. Aussi César disposa des légions en les conduisant à la victoire ; l'ascendant qu'il exerça sur elles lui permit de s'élever au-dessus de ses rivaux et d'être l'arbitre des destinées de Rome ; car l'admission des plébéiens au Forum et dans l'armée avait rompu tous les liens qui les unissaient à la république auparavant ; le soldat n'étant plus citoyen n'était fidèle qu'à celui qui le payait.

Jules César fut le premier capitaine dont l'autorité s'étendit sur toutes les branches du gouvernement ; à ses talents, comme général, il réunissait l'éloquence de l'orateur et la science de l'administrateur ; il était bon législateur, excellent philosophe, astronome habile et mathématicien consommé ; il fut grand protecteur des lettres. C'est

par elles, aussi bien que par les armes, qu'il augmenta le lustre de la puissance romaine, mettant sous le joug des nations entières en même temps qu'il favorisait l'essor des sciences et de toutes les branches du savoir. C'est pour cela qu'on le représente tenant l'épée d'une main et un livre dans l'autre, avec cette devise : *Ex utroque Cæsar.* Mais le patriotisme des républicains, dont il existait encore quelques restes, forma et exécuta le projet d'assassiner l'homme qui s'était déclaré demi-dieu en faisant placer sa statue au Capitole, à côté de celle de Jupiter.

Le règne d'Octave, qui, le premier, gouverna quarante-quatre ans avec le titre d'*Imperator*, fut le moment de l'apogée de la grandeur et de la civilisation de Rome. Athènes ayant été vaincue, on transporta dans Rome ses bibliothèques, ses musées et toutes sortes d'ouvrages des artistes grecs les plus célèbres ; les savants communiquèrent les uns avec les autres. Les lettres et les arts eurent tout leur éclat sous le règne d'Auguste, avec le patronage de *Mécène*, son ministre et son ami. César lui-même se faisait gloire de cultiver les sciences et l'amitié de *Virgile*.

Quoiqu'il fut un véritable monarque, Octave

respecta les formes républicaines ; car sa souveraineté émanait, en apparence du moins, du peuple et du sénat. Son autorité civile était tempérée, quoique son pouvoir militaire fut absolu. L'armée, qui comptait douze cohortes prétoriennes, fut maintenue dans la discipline, et fit respecter l'Empire dans toutes les provinces ; l'art de la guerre conserva l'essor que lui avait imprimé le génie de César. C'est assez dire que les armes, les lettres, les sciences et les arts avaient avancé à l'unisson, et se trouvaient à la plus grande hauteur qu'ils aient atteint dans l'antiquité.

C'est pendant le siècle de César et d'Auguste que Rome a compté le plus grand nombre d'hommes notables dans les diverses branches du savoir humain. On remarque en première ligne ; dans l'éloquence : *Cicéron*, *Hortensius*, Jules-César ; dans la poésie : *Horace*, *Virgile*, *Catulle* *Tibulle*, *Properce*, *Ovide*, *Lucain*, *Lucrèce*, *Pétrone*, *Phèdre ;* dans la comédie, la tragédie et la satyre : *Ovide*, *Sénèque*, *Térence*, *Juvénal ;* dans l'histoire ; *Jules-César*, *Salluste*, *Tite-Live*, *Quinte-Curce*, *Cornélius-Népos*, *Valère Maxime*, *Florus*, *Justin*, *Suétone*, *Tacite*, *Plutarque*, *Flavius-Joseph ;* en philosophie : *Cicéron*, *Sénèque*, *Pline-*

le-Jeune : en géographie; *Strabon*, *Pomponius-Méla*, *Pline* : en médecine ; *Antonius Musa*, *Cornélius Celse, Galien* : en architecture; *Vitruve*, etc.

Malgré la longue paix donnée par Auguste, la société romaine ne pouvait jouir d'un bonheur durable; car il lui manquait une religion basée sur la charité envers le prochain ; les droits de l'homme étaient absolument ignorés, le principe de la charité universelle était seul capable de moraliser le peuple qui ne rêvait que tranquillité et spectacles, tandis que les riches ne voulaient que vivre à leur fantaisie au milieu du luxe et des plaisirs comme ils en avaient déjà pris l'habitude auparavant.

Octave mourut à 76 ans, quand le fils de Joseph et de Marie, né dans une humble étable, en avait déjà 14. Le peuple le pleura beaucoup, quoiqu'il ne pût encore prévoir que c'était le dernier règne de la domination romaine dans toute son étendue.

Auguste avait un certain faible pour ses troupes : car reconnaissant qu'il leur devait sa grandeur, il les combla de largesses tout en maintenant parmi elles une exacte subordination. C'est aussi une tache pour son histoire d'avoir choisi pour héri-

tier Tibère dont il connaissait les vices : ce tyran voluptueux eut bien vite mis l'armée sur le penchant de sa décadence.

Tous les princes de la famille *Augusta* qui se succédèrent jusqu'à Néron, en qui elle s'éteignit, furent des despotes inhumains qui s'aliénèrent de plus en plus l'affection du sénat, du peuple et des légions : l'indiscipline avait énervé le premier pouvoir de l'état.

Les souverains de la famille *Flavia*, qui commencèrent à Vespasien pour finir à Commode, arrêtèrent pendant quelque temps la ruine de l'Empire en soutenant des guerres avantageuses qui restauraient pour un temps l'obéissance militaire. Ils empêchèrent la déchéance des arts en cultivant la philosophie. Cependant l'ambition de toutes les classes de la société était surexcitée, le luxe sans frein, et la soif des richesses, sans bornes. Quand les voyages fastueux de l'Empereur Adrien vinrent répandre ces vices dans les provinces, la population déclina rapidement : les camps déjà n'étaient plus défendus par des citoyens, mais par d'anciens soldats auxquels il fallait adjoindre des étrangers et même des esclaves. Il n'y avait plus de garnison impériale dans les villes : elles

étaient envahies et saccagées tour à tour par les nombreux partis qui divisaient l'armée, pour peu qu'elles se fussent montrées sympathiques à l'un ou à l'autre : aussi les Romains étaient-ils devenus indifférents à toutes les querelles ; les vertus militaires étaient méprisées. La Gaule septentrionale et la rive droite du Danube étaient les seules contrées où l'on trouvât encore des soldats : Rome et les provinces de l'Italie n'en fournissaient pas un seul. Le service militaire était en horreur aux citoyens romains, tandis que les Gaulois se formant à la guerre par les exercices du camp et des armes, donnèrent bientôt des généraux à l'armée, et ensuite, jusqu'à des Césars à l'empire.

Les règnes d'Antonin et de Marc-Aurèle furent aussi prospères qu'aucuns des Empereurs qui les avaient précédés : toutefois, en les étudiant avec attention, on y découvre le germe du mal qui se développa sous leurs successeurs : leur bienveillance suprême et leur grand amour du bien, garantirent la moralité extérieure des actes du gouvernement, mais sans détruire le mal interne qui faisait des progrès constants. La tranquillité et l'ordre public régnaient dans tout l'Empire ; mais il existait en même temps un malaise inexplicable,

d'autant plus funeste, qu'il n'existait aucun fondement apparent de se plaindre. Cet état léthargique provenait de ce que les richesses s'accumulaient de plus en plus dans un petit nombre de mains, et que le peuple perdait peu à peu sa fortune et sans s'en apercevoir : aussi ses destinées se résumaient-elles dans un petit nombre de familles toujours les mêmes qui dispensaient aux multitudes la vie comme une faveur ; ce qui avait transformé Rome en une cité où quelques maîtres dominaient un immense esclavage. Les citoyens n'étaient plus proscrits ou mis à mort comme au temps de Marius et de Sylla. Mais ils étaient placés dans un état de mortelle inanition. Telle est la cause latente, la véritable cause qui avait étouffé l'amour de la patrie, le germe des vertus civiles et militaires, si nécessaires au soutien des empires.

Commode ayant été assassiné à cause de ses cruautés, on vit commencer l'époque calamiteuse du règne du militarisme. Des tyrans vicieux et ineptes firent crouler l'édifice superbe qui dominait l'univers, et négligèrent tout à fait l'art de la guerre : ils sacrifièrent la plupart de leurs bons généraux au lieu de les récompenser ; les armées

étaient presque toutes composées d'étrangers ; on achetait le secours de la troupe, et l'on vit les chefs d'une soldatesque sans frein, des prétoriens en particulier, faire la loi aux Empereurs et les assassiner, surtout quand ils voulaient leur faire obstacle et les rappeler à l'ordre : enfin les légions tournaient le dos pendant le combat et la désertion était devenue une habitude.

L'exemple du misérable Héliogabale introduisit l'usage des pierreries, de l'or et de la soie dans les meubles et les vêtements, les banquets fréquents, les festins voluptueux. On peut dire que l'ancien monde finit avec ce tyran.

Pendant cette troisième époque, on diminue beaucoup les forces de l'Empire, qui du reste dominaient sans aucun obstacle de la part du peuple : Il y eut à peine six mille hommes dans chaque légion.

Débarrassées du frein de la discipline et guidées par des chefs ambitieux, elles abandonnèrent les frontières pour venir vider à l'intérieur leur discordes particulières au lieu de repousser les barbares. C'est ainsi que la barrière qui avait contenu jusque-là lse hordes barbares étant rompue, le territoire romain fut envahi pendant le règne de

l'Empereur Gallien; la ruine du peuple, vaincu à l'avance par la mollesse, était devenue inévitable.

Dans cet effroyable débordement, l'instinct de la conservation inspira aux électeurs armés la pensée d'élever au trône des Empereurs capables de les sauver, comme Claude II, Aurélien, Tacite, Probus et Dioclétien. Ces princes ne purent que prolonger l'agonie de l'Empire qui était blessé à mort; car la profession des armes y avait perdu sa noblesse. Les militaires étaient depouillés du droit d'occuper des emplois civils : les Romains efféminés n'étaient plus capables de supporter les fatigues des champs : les terres n'ètaient plus labourées ; des contrées entières abandonnées étaient redevenues désertes.

Gallien creusa la fosse où Rome devait s'ensevelir en rendant le décret qui défendait aux sénateurs de servir dans l'armée; et ceux-ci, loin de réclamer contre cette exclusion honteuse, l'enregistrèrent en silence, parce qu'elle leur laissait la liberté de s'avilir dans leurs infâmes plaisirs. Quand ou eut perdu la noblesse du service militaire, et avili en quelque sorte les défenseurs de la patrie,

on fut obligé de recourir aux esclaves et aux ennemis vaincus pour recruter l'armée.

Il n'y avait plus que des barbares dans la plupart des légions : celles de Thrace et d'Illyrie, seules, étaient encore Romaines : l'infanterie qui avait été jusque'là le premier élement de l'armée perdit sa suprématie pour la céder à cavalerie.

Constantin revêtit la pourpre et donna un grand appui au christianisme en prenant la croix pour emblême. Il transféra sa résidence à Bysance ; et ayant séparé le pouvoir civil du pouvoir militaire, il substitua au despotisme des soldats celui des courtisans, encore plus odieux. Il y eut plus d'honneur et de considération à être domestique du palais qu'à servir dans les légions ; et l'un des plus grands maux qui aient désolé l'Empire fut de voir les favoris du monarque venir prendre les fonctions les plus élevées de l'armée sans avoir jamais appartenu à la profession ; cette peste avait commencé à paraître sous Dioclétien.

Théodose I, le grand Théodose fut un des derniers, Empereurs qui retardèrent la ruine de l'Empire. Ses deux fils lui succédèrent ; Honorius en Occident, Arcadius en Orient ; mais ils étaient entièrement indépendants. Il y avait à l'avenir deux couronnes

impériales. Les causes de la décadence continuant à subsister, elle ne fit que saccroître. L'histoire ne présente plus qu'un spectacle de guerres civiles, des invasions des barbarés, des provinces saccagées, des territoires démembrés, beaucoup de princes montés sur le trône et précipités presque aussitôt par les troupes insurgées. L'armée était dans de si mauvaises conditions, que le fameux genéral Stilicon n'osa pas présenter la bataille aux barbares, et qu'il préféra les réduire par la famine en les faisant environner d'une forte ligne de circonvallation.

C'est ainsi que l'Empire continua à être divisé en deux parties jusqu'au moment où Alaric étant entré dans Rome, l'empire d'Occident cessa d'exister.

L'empire d'Orient continua à décliner, sans cesse agité à l'intérieur par des dissensions politiques et religieuses, tandis qu'il contenait par ses armes les Huns, les Goths, les Bulgares, les Perses et les Arabes qui menaçaient ses frontières ; adonnés de plus en plus au luxe et à la volupté asiatiques, les Empereurs étaient devenus de véritables despotes : on en compte très peu parmi eux sous lesquels l'Etat ait eu le temps de respirer. Justimien parait avoir été le meilleur de tous. Néanmoins son règne de trente-

huit ans fut tout à fait calamiteux, car outre ses vices que nous avons déjà signalés, on vit tous les, ans périr plus de 200,000 hommes, pendant les irruptions des barbares qui se prolongèrent jusqu'à la ruine de l'Empire. Des pestes et des tremblements de terre augmentèrent encore la désolation.

Déjà à cette époque les troupes romaines avaient complètement dégénéré; les exercices de la cavalerie n'étaient que des tournois, et ceux de l'infanterie des mouvements de parade ridicules et inutiles à la guerre; on ne trouvait que rarement des généraux sachant commander les légions, s'en faire obéir et les conduire à la victioire; et quand il s'en présentait, on les sacrifiait sans pitié à la jalousie des empereurs.

Il semble étrange au premier abord qu'un prince aussi grand que Justinien n'ait pu arrêter la chûte de l'Empire; mais son règne est une preuve évidente de l'impérieuse nécessité des talents militaires chez les princes qui gouvernent les Etats, pour avancer leur prospérité. Des auteurs étrangers à la profession des armes pensent que la qualité de guerrier qui manqua à ce souverain, fut la cause unique des maux qui affligèrent son peuple. Il était monté sur le trône à 45 ans, sans

avoir jamais fait la guerre ; devenu empereur, il ne dirigea jamais les armées, et loin d'avoir des qualités militaire, il promulgua les mesures qui contribuèrent le plus à la décadence de la milice : car il interdit l'usage des armes aux citoyens, et ceux de la classe moyenne encouraient des peines sevères, quand ils se livrèrent aux exercices militaires. Ainsi, il arriva que les enrôlements furent extrêmement rares, et les armées réduites au point qu'il n'y avait pas plus de vingt mille hommes dans la plus grande de cellés que ses généraux aient commandés, et qu'elles étaient composée presqu'en totalité d'ennemis de l'Empire. La fortune lui fut propice, et avec des généraux aussi habiles que Bélisaire et Narsès, un souverain plus entendu dans l'art de la guerre, aurait relevé l'Empire : mais l'envie s'empara de l'esprit du monarque, et chaque fois que Bélisaire obtenait de brillants avantages, l'empereur l'obligeait à reculer et lui témoignait son peu d'estime : il finit par le réduire à la plus grande infortune.

Comme les Romains étaient déjà incapables de prendre les armes, même pour défendre leurs foyers, les trésors immenses qu'il avait employés à faire construire des places fortes sur les frontières, et jusque dans l'intérieur, furent complètement

perdus. Ces barrrières étant brisées et devenues un inutile appui, les barbares purent faire chaque année des excursions de 300 milles, depuis les rives du Danube jusqu'au centre de l'Empire, pour tout ravager et emporter chez eux un riche butin et de nombreux prisonniers. A de pareils triomphes, les troupes impériales se contentaient d'opposer une défense qui maintînt en respect les agresseurs jusqu'à un certain point, en les empêchant de pénétrer plus avant, mais en les laissant se retirer avec leur butin ; malgré cela Rome fut prise jusqu'à cinq fois.

La spécialité eut toujours son effet : les empereurs illustres comme législateurs et protecteurs de la science et des arts qui manquaient de capacité militaire, ne purent leur donner l'appui solide dont ils avaient besoin, et leurs bienfaits furent des avantages dépourvus de stabilité. Quand le trône fut occupé par des princes sages et guerriers à la fois, comme Héraclius, qui parut 45 ans après Justinien, la mort inévitable du Bas-Empire se trouva retardée, quoique l'infanterie fut complètement négligée et sans prestige, tandis que la cavalerie avait acquis une prépondérance marquée en nombre et en qualité.

En avançant, la superstition fit des progrès rapides, et avec elle, les usurpations, le faste insultant, la mollesse, la sensualité, la dissolution la plus dégoûtante, le viol, l'infanticide, l'amour universel, les vices et les crimes les plus horribles, l'indiscipline des troupes portée jusqu'à l'extrême licence, la couardise, l'abandon de l'étude des sciences, la déchéance des arts et l'extrême prostration en toutes choses : enfin, le débris de la toute-puissance romaine périt en 1204.

Le village à l'origine inconnue devenu un peuple purement militaire sous Romulus son rude fondateur, puis capitale florissante, ensuite puissante république, enfin métropole de l'univers, en vint à dominer sur un territoire mesurant 600 lieues du nord au sud et plus de mille lieues de l'est à l'ouest, c'est-à-dire plus de 600,000 lieues carrées. Les armes donnèrent à Rome la suprématie : Ses capitaines lui donnèrent les lois, et celles-ci la civilisation qui fit avancer les sciences et les arts : la science et l'art de la guerre déclinèrent avec les armées ; les armées avec la discipline, dont la base fut faussée par la haine et l'ambition des candidats au consulat, toujours disposés à abuser de leur commandement dans les luttes du forum, par les

tyrannies, les faiblesses et les excès dégradants des souverains corrompus ; par les ambitions, les avarices et les rivalités des généraux qui refluèrent sur les soldats. Il ne pouvait en être autrement quand l'interdiction à tout sénateur d'exercer la profession des armes lui enlevait tout prestige, quand les citoyens de la classe moyenne ne pouvaient étudier le maniement des armes et se livrer à tout autre exercice militaire sous peine de châtiment, qu'on admettait les esclaves et les nations vaincues dans l'armée. Cette cause jointe à celle de donner le commandement militaire à des capitaines et à des ministres qui n'étaient pas Romains augmenta l'insubordination et les rébellions de la milice. On vit des parvenus des nations barbares prendre les empereurs sous leur tutèle, et ces mêmes barbares escalader le trône. Tandis qu'à l'origine les citoyens romains combattaient pour défendre leur liberté, il arriva qu'à la fin les tyrans se servaient de la gent étrangère et mercenaire pour maintenir l'esclavage.

A mesure que les conquêtes augmentaient la grandeur romaine, les vices de la société se développèrent à l'unisson. Car les vainqueurs apportèrent avec eux les trésors, les abus et les mœurs

énervées de l'Asie. Ces fortes matrones vertueuses et chastes qui, dans les premiers temps, s'habillaient simplement et passaient leurs journées occupées des affaires domestiques, donnant à la patrie des enfants capables de la défendre, auxquels elles inculquaient comme à leurs époux de préférer la mort au déshonneur, étaient devenues un objet de dérision. Car la religion payenne et les richesses, en un mot le naturalisme et la sensualité avaient perverti le cœur de la femme. Qu'on ajoute à toutes ces causes de ruine la division de l'Empire en deux parties, la résidence impériale transférée à Constantinople, l'Occident devenu une proie facile pour les peuples du nord, tandis que l'Orient se plongeait de plus en plus dans les désordres du sensualisme asiatique, les dissensions intestines et continuelles qui furent le résultat de ce fonctionnement, et le mépris qu'on avait pour les hordes incultes mais guerrières qui tous les jours apprenaient à combattre.

On peut, sans crainte d'être contredit, et d'accord avec plusieurs historiens, résumer les causes de la destruction du peuple roi en une seule qui les comprend toutes. Cette unique cause est que la force cessa d'être dirigée par l'intelligence, de là

l'abandon de la discipline et le déclin de l'art militaire, qui tomba dans un oubli total pendant de longues années par suite de la chûte de l'empire d'Occident.

Il convient d'observer qu'à mesure que le colosse de la puissance romaine s'affaissait, les sciences déclinaient rapidement et le savoir se réfugiait chez les Pères de l'Église qui le conservèrent, agrandirent ses limites et le répandirent parmi les peuples barbares après l'invasion. Il faut convenir que le christianisme, source de tout bien, a été le dépositaire des sciences repoussées par l'idolâtrie, et c'est pour cette raison qu'elles ont cherché un asile dans son sein pendant le cataclisme social où tout a péri, pour rayonner ensuite de cette retraite et se répandre de nouveau dans les sociétés modernes.

L'histoire de Rome, qui est celle de l'origine et de la vie de tous les peuples pendant plusieurs siècles, n'est pas autre chose que celle de ses armées. Les chefs du gouvernement de cet empire ont été, à de très-rares exceptions, élevés à la magistrature suprême ou sur le trône à cause de leurs faits d'armes, de leur ascendant ou de leur autorité sur les troupes ou par la révolte de l'armée. On y trouve

beaucoup d'hommes qui ont été guerriers et législateurs et ce qui doit surprendre c'est le grand nombre de plébéiens qui partis du rang le plus bas, et même ayant été esclaves, ont fait la guerre, sont devenus capitaines et ont obtenu la chaise curule ou le trône impérial ou royal, appartenant à la profession des armes. Nous croyons qu'il convient de ne citer que ceux qui se sont signalés par leur capacité en matière de gouvernement : les rois *Tullus Hostilius, Tarquin l'Ancien,* et *Servius Tullius* qui était esclave ; les consuls *Caïus Térentius Varron, Marcus Perpenna, Emilius Scaurus* et *Marius;* les empereurs *Vespasien, Helius Pertinax, Maxime Pupien, Emilien, Aurélien, Carus, Dioclétien, Galère, Maxence, Maximin II, Constantin, Licinius, Valentinien, Procope, Marcien, Théodose, Bersennus, Justin, Anastase, Basile, Michel-le-Calfat* (*Calfatès*), *Michel Paléologue, Michel Pastagonus, Romain.*

Ayant exposé les causes naturelles qui ont amené la puisssance, la civilisation et les armes de Rome a un si haut degré de splendeur, et l'ont ensuite fait tomber si bas qu'elle a été subjuguée par des nations incultes, il ne sera pas hors de propos d'indiquer le mobile surhumain qui a guidé la force

matérielle dans ces péripéties extraordinaires.

Le christianisme dont l'origine remonte à la création de l'homme et à sa désobéissance aux lois que le Tout-Puissant lui avait imposées, avait besoin de paraître sous un symbole divin rédigé en dogmes invariables d'une extrême simplicité, pour que l'humanité répandue sur le globe pût jouir de son bienfait. Les descendants de nos premiers parents ayant été châtiés par le déluge universel pour avoir laissé tomber dans un complet oubli le culte dû au vrai Dieu, l'unique famille choisie pour perpétuer le genre humain fut la souche de nations et de peuples qui s'éloignèrent peu à peu de l'obéissance divine et adorèrent des faux dieux dont aucun ne représentait l'égalité de la créature et l'amour mutuel qui doit exister entre les hommes ; c'est ainsi que tous tombèrent dans une impiété extrême et dans les vices les plus abominables, fondant une société sur la base immorale de l'esclavage, source des plus grands crimes.

La rédemption du genre humain avait été promise à la postérité d'Abraham, et il n'était pas possible d'opérer l'extension de la foi chrétienne avec certitude et sans délai, si l'unité politique n'eût pas existé auparavant. Il fallait faire dispa-

raître moralement les barrières insurmontables opposées à la diffusion des idées religieuses par la divergence des nationalités opposées, et on ne pouvait atteindre ce résultat vraiment merveilleux, qu'autant que toutes les nations seraient soumises à l'empire d'une seule : le ciel voulut que Rome fut la nation choisie. C'est ainsi qu'elle fut fondée par un petit nombre d'hommes, qui de même que leurs successeurs et sans autre droit que celui de la force, mirent leurs voisins sous leur joug les uns après les autres, et finirent par atteindre la monarchie universelle après sept siècles de labeurs et de guerres.

Ce résultat obtenu et la puissance romaine ayant reçu toute son extension, la fureur des guerres devait s'arrêter pour permettre aux ineffables desseins du Créateur de se réaliser. Auguste, qui ignorait les décrets du ciel, fut l'instrument de la paix universelle; l'empire florissait sous son sceptre et jouissait du bienfait de la paix qu'Octave lui avait donné quand sonna l'heure de l'accomplissement des prophéties. Jésus naquit pour donner aux hommes la paix morale qui est le plus estimable et la plus durable de toutes les félicités. Le dogme nouveau se répandit dans le monde et le christia-

nisme poussa partout, mais lentement, des rameaux vigoureux. C'était le plus grand bienfait que put nous octroyer le Créateur suprême, et jamais notre humble esprit ne comprendra toute la reconnaissance dont il lui est redevable pour le sacrifice de l'Homme-Dieu.

La croix du Sauveur est la barrière immense qui sépare dans l'histoire les vieux temps de l'idolâtrie des siècles suivants. On voit d'un côté une société d'esclaves vivant dans les ténèbres, tandis que de l'autre la vie du genre humain est fondée sur la complète égalité de toutes les créatures raisonnables éclairées par la lumière de l'Évangile.

La ville éternelle avait donc accompli sa mission et il lui était désormais impossible de conserver une domination que l'homme seul n'eût pu attendre : il fallait qu'elle descendît le faîte de ses grandeurs en suivant la pente opposée à celle qui l'y avait fait monter afin qu'il se formât des nations nouvelles ayant pour principe la civilisation moderne du Christ. Pour opérer une transformation d'une puissance aussi transcendante, Rome devait renfermer dans son sein un germe actif et infaillible de destruction, et il en fut ainsi. Le paganisme développant la cruauté, son joug devint tout

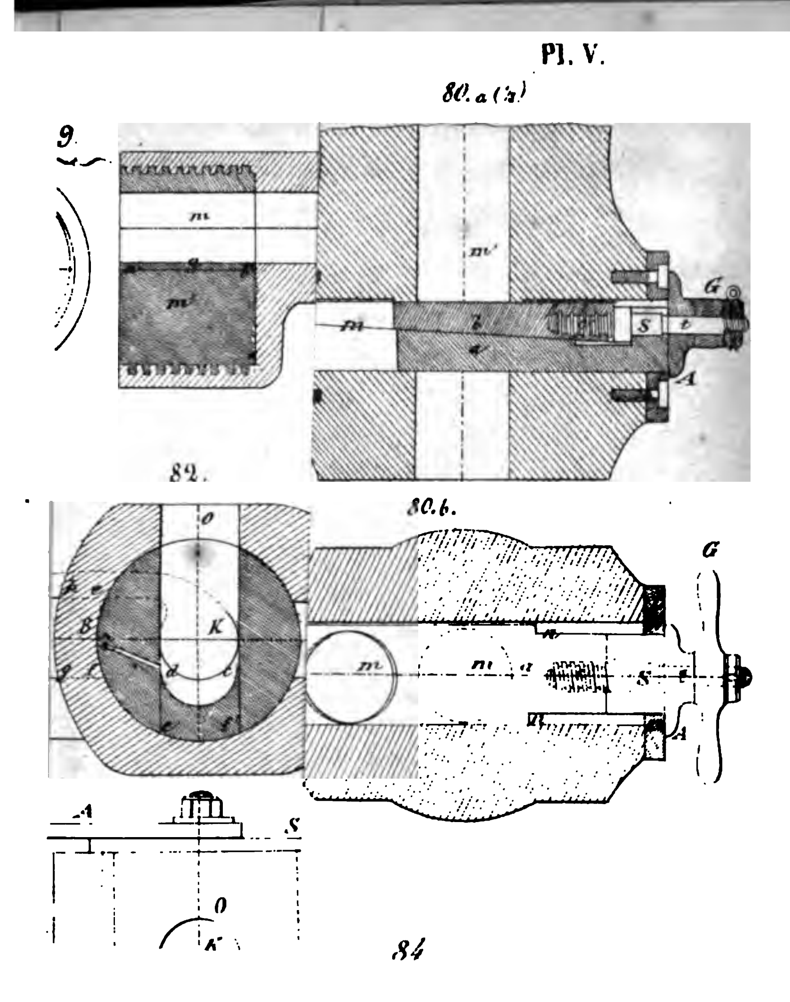
à fait sanguinaire; la déplorable éducation donnée au peuple relâcha les saines coutumes militaires et sociales, et donna le pouvoir à des souverains, tyranniques, féroces, stupides, plongés dans le vice, poussant par leur exécrable exemple leurs sujets à se livrer à la mollesse, à la servitude, au mépris, au cynisme, à la honte, enfin à la couardise. Les vieux Romains n'auraient pu reconnaître leurs descendants, dégénérés, au point qu'ils se laissèrent facilement vaincre et subjuguer par des peuples ignorants et mal armés, mais dont les individus, doués d'âmes fortes, avaient l'instinct de la civilisation inculquée par le christianisme. Alaric, qu'un myssérieux penchant de son cœur poussait sans cesse à marcher contre Rome et à la détruire, fut, avec ses nuées de Visigoths sans discipline, le premier instrument des hauts desseins du Seigneur.

Il sera bon de se rappeler l'observation par laquelle nous allons terminer ces souvenirs de l'histoire romaine. Comme la ruine de l'empire approchait de plus en plus, le luxe et le raffinement des plaisirs et des vices augmentait à proportion; l'industrie le perfectionnait et épuisait les ressources de l'imagination pour donner aux objets des formes nouvelles et voyantes, ou une richesse supé-

rieure de manière à les rendre plus agréables à l'indolence des Romains efféminés. Plongés dans les délices des festins, ils savouraient les mets, couchés sur des lits voluptueux : la plus légère chlamyde eût été trop lourde pour leurs épaules. Cette particularité du progrès de l'industrie concordant avec le déclin des sciences, des lettres, des beaux-arts et de la guerre, ainsi que d'autres raisons puissantes qui ne seraient pas à leur place ici, doit nous convaincre que la principale richesse d'un État et la force de ses habitants, reposent sur l'agriculture : et puisque le ciel a gratifié l'Espagne de ce don précieux, tâchons de l'élever en développant sa prospérité et ne quittons pas la charrue pour le métier à tisser.

(La suite au prochain numéro.)

Pl. V.



NOUVELLES PUBLICATIONS.

Transformation des anciens canons Néerlandais de 6 légers en canons rayés de 4. d'après des documents officiels du ministère de la guerre des Pays-Bas, in-8. Prix .... 6 fr.

—

Mémoire sur la poudre-coton (pyroxyle), au sujet des nouveaux procédés de M. le général autrichien baron Lenk, pour la fabrication et l'emploi de cette matière, par MM. Pelouze, membre de l'Institut, et Maurey, commissaire des poudres et salpêtre de 1[re] classe, in-8. Prix... 2 fr.

—

Rapport à l'Empereur, approuvé par Sa Majesté, du ministre de l'instruction publique, adjugeant le prix de 50,000 fr. institué en 1852, en faveur de l'auteur des applications les plus utiles de la pile de Volta, et à l'effet d'ouvrir un nouveau concours pour une troisième période de cinq ans, in-8. Prix.. 2 fr.

Typographie de E. Dépée, à Sceaux.

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES
SUR
L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES
Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU
Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — DEUXIÈME PARTIE
Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 octobre, page 27.)

XI. — SUR LES DIVERS MODÈLES DES ARMES A FEU PORTATIVES ITALIENNES.

En Sardaigne aussi le passage à l'arme rayée de l'infanterie s'est opéré d'abord par l'établissement d'une *carabine à chambre* et ensuite par celui de quelques modèles du *système Thouvenin*, sur lesquels on trouvera des renseignements plus précis dans les livres de *Gaugler de Gempen*, *Schmælzl*,

Schœn, les « *Feuilles pour les affaires de la guerre, etc.* »

Après avoir reconnu l'insuffisance de ces modèles surannés, on n'est pas encore arrivé, jusqu'à ce jour, malgré des essais prolongés, ni à l'introduction de constructions particulières, ni à l'adoption d'un plus petit calibre, mais on s'est tout simplement conformé au système d'armement de la France. Les motifs politico-militaires de cette mesure sont aussi évidents que les avantages pécuniaires résultant pour le nouveau royaume de la possibilité de *transformer* les fusils lisses de gros calibre déjà existants.

D'un autre côté il est clair que les armes à feu portatives italiennes ne sont pas à la *hauteur* du progrès technique, quoique la commission chargée de l'examen des divers modèles (de 1858 à 1860) ait formulé son jugement en ces termes: « che fra tutti i sistemi meritava la preferenza il francese. »

L'infanterie italienne est armée présentement de deux modèles de fusils, savoir : 1° *le fusil d'infanterie français, modèle* 1840, et 2° *le fusil d'infanterie italien, modèle* 1860, qui est presque iden-

tique avec le modèle français 1842 transformé, décrit dans la 6me section (1).

Ces deux fusils tirent la même cartouche (française), et ne diffèrent à vrai dire qu'en ce que le modèle 1840, qui fut construit dans l'origine d'après le système Delvigne, est muni d'une culasse à chambre devenue inutile aujourd'hui, tandis que le modèle 1860 a une culasse ordinaire. On a adopté en outre pour $^1/_5$ de l'infanterie italienne, une hausse à clapet percé de trous qui a été appliquée à *tous* les fusils du modèle 1860, mais à une partie seulement de ceux du modèle 1840.

Modèle 1860.

Calibre 17,5 à 18,2 mm.; longueur du canon 1027, longueur de l'âme 1009; diamètres extérieurs: *en arrière* 32 (épaisseur de la paroi 7), à la bouche 21 (épaisseur de la paroi 1,5); 4 rayures égales aux pleins, enroulées à droite, d'une profondeur (constante) de 0,2 avec un pas de 2 m.

(1) Parmi les approvisionnements d'armes, il se trouve aussi un certain nombre de fusils rayés français plus anciens qui ne diffèrent des autres que par un surcroît de 5,3 cm. dans la longueur de leur canon.

La hausse consiste en un pied, soudé sur le canon, dont l'extrémité postérieure forme une hausse fixe pour 200 m. Le clapet tournant percé de trous est relié au pied au moyen d'une charnière dont le pivot est situé à 117 mm. de l'extrémité postérieure du canon. Le clapet offre à son extrémité inférieure renforcée une entaille désignée par le n° 3 pour 300 m.; les hauteurs de hausse pour 400 et 500 m. sont données par les deux trous du clapet (n°s 4 et 5), et celle pour 600 m. par le cran que porte le bord supérieur dudit clapet. D'après les données que nous possédons sur le fusil, les angles de hausse sont :

pour 200, 300, 400, 500 et 600 m.
d'au moins 41, 67, 100, 140 et 191 minutes(1)

(1) Nous ne pouvons garantir qu'à peu près l'exactitude de ces nombres qui s'accordent assez bien avec ceux qui représentent les angles de hausse des fusils français. Les sources auxquelles nous puisons renferment, comme c'est malheureusement le cas si souvent, beaucoup de mesures tout à fait inutiles, tandis que les nombres nécessaires au calcul exact des angles de hausse ne sont donnés qu'incomplètement ou bien par diverses indications qui se contredisent. Puissent donc enfin tous ceux qui se sentent appelés à écrire sur les armes à feu de leur pays, fournir des communications exactes *sur les angles de hausse* et *ne jamais citer* les *hauteurs de hausse* sans donner en même temps la hauteur du guidon

La *longueur* et le *poids* du fusil avec et sans baïonnette sont de 186 et 142 cm. et de 4 kilos 570 et 4 kilos 300.

La balle pesant 33 gr., qui se tire avec 4,5 gr. de poudre, est, quant à ses dimensions, presqu'entièrement semblable à l'ancien modèle français de 1857 pesant 32 gr. (Fig. 1 de la Pl. 6). Le diamètre de la petite lunette est de 17,1 mm., celui de la grande de 17,3 ; le calibre normal est donc comme en France 17,2 et le vent du fusil, modèle 1860, varie entre 0,3 et 1 mm. ; mais pour le modèle 1840, dont le calibre est 18 à 18,5 mm., le vent varie entre 0,8 et 1,3 mm., comme en France.

A l'opposé de ce qui a eu lieu dans les dernières expériences françaises (faites à la vérité principalement avec la balle de 1863, Fig. 3 de la Pl. 6), on a constaté une dérivation considérable dans le sens du pas et l'on a apporté à la hausse des corrections correspondantes.

au-dessus de l'axe du canon, la distance entre la hausse et le guidon et les diamètres correspondants du canon.

La série *précédente* d'angles de hausse, résultat d'une confrontation minutieuse des données provenant de toutes les sources, ne peut renfermer du reste que des valeurs un peu *trop faibles* et dans aucun cas s'écarter beaucoup de la vérité.

Distance	200	300	400	500	600 m.
Dérivation observée vers la droite	1,85	2,80	3,76	4,70	5,65 m.
Le cran de mire est situé à gauche, de	1,5	2,5	3,00	3,50	4,74 mm.

Les observations précédentes, d'après lesquelles la dérivation irait en augmentant régulièrement d'environ 96 cm. de 100 en 100 mètres, ne sont certainement pas d'une *exactitude parfaite,* mais elles montrent, à n'en pouvoir douter, que cet écart atteint une valeur considérable aux grandes distances.

Toutefois dans la balle française de 1863 qu'on vient de citer le centre de gravité est situé à 0,65 mm. en avant du milieu de l'axe, et dans la balle italienne à 0,3 mm. environ, ce qui explique pourquoi on n'a observé dans le modèle français qu'une faible dérivation, tandis qu'on en a observé une si considérable dans le modèle italien.

On pourrait admettre aussi que pour les deux balles il y a une déviation du fusil *vers la gauche*, ce qui compense la dérivation en partie, de manière qu'elle est annulée presqu'entièrement avec le fusil français et au moins considérablement réduite avec

le fusil italien. On a dans le fait tenu compte de cette hypothèse pour les corrections précédentes de la hausse italienne, qui seraient en effet trop petites pour les dérivations données, ainsi que le prouvent les nombres qu'on a cités. Dans la construction du *fusil Suisse Burnand-Prélat* on est au contraire parti de cette idée que le pas enroulé à gauche (par conséquent la dérivation de ce côté) compense une déviation du fusil *vers la droite !* — De telles contradictions prouvent que l'on ne peut ni prévoir ni faire entrer en ligne de compte cette déviation du fusil qui se produit au moment où l'on fait feu. Ce qu'il y aura toujours de mieux à faire sera de déterminer les valeurs de la dérivation par un temps calme en appuyant le canon sur un sac à terre pour tirer, et de les corriger directement par la construction de la hausse sans autres spéculations. — On a donné dans le 1er vol. le procédé le plus convenable à suivre pour atteindre ce but.

Nous empruntons encore à un écrit intéressant sur les fusils italiens (Brevi cenni intorno al fucile rigato. Torino 1861. Cassone et Co) les remarques suivantes sur les deux modèles en question. Les épreuves italiennes ont montré que la portée et la précision de la balle ne subiraient aucune diminu-

tion essentielle par la réduction de la longueur du canon à 76 cm. Mais on a cru devoir maintenir la longueur de 1027 mm. paur le feu de rangs et l'usage de baïonnette. Il résulta aussi d'expériences particulières sur le pas, que le meilleur était celui de 2 m. pour cette balle et ce calibre, avec une vitesse initiale d'environ 350 m. Les rayures à enroulement progressif furent également employées à titre d'essai, mais rejetées comme complication inutile; il en est de même des rayures à profondeur progressive.

Quant à la balle, on fait valoir cette opinion vieillie, que la résistance de l'air agit contre la partie cylindrique et spécialement contre les cannelures et tend ainsi à rabaisser la pointe, etc.

Les *instructions sur la manière de viser* sont les suivantes :

Fusil-Modèle 1860.

a. Sans hausse à clapet (avec cran de mire sur la culasse).

A 100 m. (133 pas), 40 cm. au-dessous du point d'impact, ou sur les genoux de l'adversaire; à

150 m. (200 pas), 20 cm. au-dessous du P. d'imp. ou sur le ventre ; à 180 m. (240 pas), sur le P. d'imp. ou sur le milieu de l'adversaire ; de 180 à 225 m. (240 à 300 pas), sur la coiffure ; de 225 à 300 m. (300 à 400 pas), au-dessus de l'ongle du pouce de la main gauche appliqué sur la boucle inférieure ; de 300 à 375 m. (400 à 500 pas), au-dessus de l'articulation courbée du pouce appliqué au même endroit ; de 375 à 450 m. (500 à 600 pas), au-dessus de l'ongle du pouce dressé ; de 450 à 525 m. (600 à 700 pas), au-dessus de l'ongle du pouce dressé et un peu plus élevé ; de 525 à 600 m. (700 à 800 pas, toujours au-dessus de l'ongle du pouce, mais en l'avançant de 5 mm. !

b. avec hausse à clapet.

A 100 m. (133 pas), sur le pied de la cible ou de l'adversaire, par le cran du pied de la hausse ; à 150 m. (200 pas), par le même cran, 50 cm. au-dessous du point d'impact, ou sur les genoux de l'adversaire ; à 200 m. (266 pas), par le même cran sur le P. d'imp. ou le milieu de l'ad. ; à 250 m. (333 pas), par le même cran sur le bord supérieur de la cible

ou bien par le cran n° 3 sur les pieds de l'adversaire ; à 300 m. (400 pas), par le même cran sur le point d'impact ou le milieu de l'adversaire ; à 350 m. (466 pas), par le même cran sur le bord supérieur de la cible (la coiffure) ou bien avec le cran n° 4 sur son pied.

A 400 m. (533 pas), par le même cran sur le point d'impact ou le milieu de l'adversaire ; à 450 m. (600 pas), par le même cran n° 4 sur le bord supérieur de la cible, ou par celui n° 5 sur son pied ; à 500 m. (666 pas), par le cran n° 5 sur le point d'impact ; à 550 m. (733 pas), par le cran n° 5 sur le bord supérieur de la cible ou par celui n° 6 sur son pied ; à 600 m. (800 pas), par le cran n° 6 sur le point d'impact ou le milieu de l'adversaire ; à 650 m. (866 pas), par le cran n° 6 sur le bord supérieur de la cible ou la coiffure de l'adversaire.— Lorsqu'on emploie le cran n° 2, la hausse mobile doit être entièrement couchée ; pour viser avec le n° 3, elle doit être dans la position inclinée, et pour viser avec les n°s 4,5 et 6, elle doit être entièrement dressée.

Les instructions sur la manière de viser pour le modèle 1840 sont un peu différentes des précédentes, mais établies d'après le même système com-

pliqué. Il est à peine besoin d'ajouter pour nos lecteurs que ce système n'est pas susceptible d'application dans la pratique de la guerre et que même en temps de paix il est déjà très propre à brouiller les idées du soldat et à diminuer sa confiance dans l'arme par l'abondance fatigante des prescriptions.

L'écrit précité dit spécialement en parlant de la visée sans hausse : « L'usage du pouce comme hausse mobile exige un long exercice de la part du soldat, et l'on ne peut en attendre de bons résultats sans l'instruction individuelle la plus exacte dans la manière de viser et sans de fréquents tirs à la cible dans lesquels on doit mettre en pratique les règles précédentes. L'instructeur doit modifier ces règles d'après la conformation particulière du pouce de chaque tireur (!!!) en lui faisant placer les différentes parties de ce doigt qui servent à viser, dans des positions plus hautes ou plus basses suivant qu'il est plus long ou plus court, plus gros ou plus mince (!!!) » Nous nous félicitons de ce que l'école de tir allemande soit du moins restée affranchie d'une *telle* pédanterie.

Les données relatives aux divers calibres de tous les modèles d'armes existant aujourd'hui en Italie, sont rassemblées dans l'aperçu suivant :

NATURE et désignation réglementaire de l'arme.	MODÈLE.	Cylindre de réception (p. c.) pour les armes neuves.	Cylindre de rebut pour les armes neuves.	Cylindre de rebut pour les armes ayant servi.	Profondeurs des rayures.	Pas.	Calibre de la balle à expansion pesant 33 gr.	Charge de poudre.
	année.	toutes les mesures en mill.						gr.
Fusil rayé d'infanterie (fucile rigato di fanteria)	1860	17,5	17,8	18,2				4,5
Fusil rayé d'infanterie (fucile rigato di fanteria)	1840	18,0	—	18,5				4,5
Mousqueton d'artillerie (moschetto d'artiglieria)	1844	17,4	17,7	17,8				3,6
Carabine de tirailleurs (carabina da bersaglieri)	1856	17,5	17,8	18,0				4,5
Mousqueton des pionniers et de la marine (moschetto da pontieri e della marinieria).	1844				0,25	2000	17,2	3,6
Mousqueton de cavalerie (moschetto di cavalleria).								3,6
Fusil de gendarmerie (moschetto da carabinieri reali).	1860	17,4	17,7	17,8				3,6
Pistolet de cavalerie (pistolone di cavalleria).								2,5
Pistolet d'infanterie (pistolone di fanteria).								2,25
Pistolet de cavalerie et d'artillerie (pistole di cavalleria et d'artiglieria).						1500		2,5

On voit, par tout ce qui précède, quelle est la place qu'occupent les armes à feu italiennes parmi celles de l'Europe. Elles ont en général toutes les imperfections, mais aussi tous les avantages du système français. Les inconvénients connus du gros calibre sont compensés par le bon marché, la simplicité et l'unité de toute l'organisation (conformément à l'état des choses en France). Seulement le vent *normal*, pour le mousqueton d'artillerie et la carabine de tirailleurs, ainsi que pour le fusil d'infanterie de 1860, est beaucoup plus petit que pour les modèles français. Le minimum de 0,3 est déjà un peu trop faible pour le fusil ; il est à présumer que ce défaut est encore plus sensible pour le vent 0,2 du mousqueton d'artillerie, etc. C'est à peine si l'on peut considérer l'introduction de la hausse mobile pour une partie des fusils d'infanterie comme un progrès réel, vu l'extrême complication du système de visée qui s'y rattache. — La carabine de tirailleurs ressemble beaucoup à la « carabine sans tige » française, mais elle doit fournir des résultats beaucoup moindres, à moins qu'on n'adopte pour elle une balle plus lourde (modèle francais, 1859 ou 1363). — Une chose frappante, c'est l'excessive longueur du pas pour

les armes courtes (mousqueton d'artillerie, mousqueton de cavalerie, pistolet, etc.).

L'armée italienne, comptant parmi ses officiers un grand nombre de savants d'un mérite supérieur en matière d'armes, la transition à un système meilleur et l'adoption d'un plus petit calibre ne peuvent manquer d'avoir lieu dans un avenir très-prochain.

XII. — POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ DES BALLES. — POINT D'APPLICATION DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR. — DÉRIVATION.

Nous avons entrepris, dans le premier volume de ce livre, de réfuter d'une manière décisive les idées erronées qu'on se faisait sur la position du centre de gravité (et du point d'application de la résultante de la résistance atmosphérique) dans les balles oblongues des armes à feu portatives. Au commencement, il est vrai, les objections n'ont pas manqué contre notre manière de voir; mais aujourd'hui on trouverait difficilement un défenseur des anciennes théories. Néanmoins, quoiqu'il soit bien établi maintenant que les hypothèses antérieures de l'action de la résistance de l'air sur les cannelures, de l'abaissement de la pointe de la balle dans la direction de la tangente à la trajectoire, etc., étaient bâties tout à fait en l'air, il reste encore beaucoup à faire pour poser les fondements certains de la vraie manière dont les choses

se passent. Nous tenterons, dans les lignes qui vont suivre, d'apporter de nouveaux éclaircissements sur cette difficile question.

1° *Position réelle du centre de gravité.*

Dans la construction des petites balles oblongues, il est impossible de placer le centre de gravité beaucoup en avant du milieu de leur axe longitudinal; ce même centre se trouve *considérablement* en arrière du milieu dans toutes les balles pleines; il *n'est pas* possible, en général, même au moyen de grands évidements expansifs, de l'amener jusqu'au milieu et à plus forte raison *beaucoup en avant* de ce milieu. Ceci s'applique aussi bien aux anciens qu'aux nouveaux modèles.

Nous empruntons aux procès-verbaux de la direction de l'arsenal Hessois grand-ducal les données suivantes sur plusieurs positions du centre de gravité fixées déjà depuis longtemps par M. le colonel Muller :

Le centre de gravité est situé : dans les *balles-Minié de gros calibre* (17 à 18 mm.) à culot en fer et à pointe ogivale, en général en arrière du milieu d'une quantité qui varie entre 0,75 et 1,3 mm.; dans les anciennes balles du *fusil à aiguille*, à 2,5 mm. *en arrière* du m.; dans la balle

pleine de la *carabine d'ordonnance suisse*, entre 2,5 et 3 mm. *en arrière* du m. ; dans la balle pleine de la *carabine à tige bavaroise* de 1854, à 3 mm. *en arrière* du m. ; dans la *balle à compression autrichienne* de Lorentz, à 1,75 mm. *en arrière* du m. ; dans les balles à expansion belges de *Timmerhanns*, à 2,5 *en arrière* du m.; dans la *balle anglaise* du Fusil-Enfield, à 1,5 mm. *en arrière* du m., etc., etc.

Le centre de gravité n'est situé *au milieu* de l'axe que dans les modèles suivants : dans le *projectile court de Nessler pour les fusils lisses*; dans les balles à expansion dont la pointe se termine par un *tronquement plan* et présente une surface de cercle d'un diamètre considérable, comme, par exemple, dans la *balle évidée* française pour les fusils de la garde de 1854 et la *balle de Nessler* de 1863 (Fig. 4. Pl. 6) (voir 1re partie. Pag. 239). D'après nos propres recherches le centre de gravité peut être considéré aussi comme situé au milieu de l'axe dans la *balle oblongue prussienne*.

En parlant des balles françaises dans la sixième section, on a montré comment, par le tronquement de la pointe, etc., le centre de gravité a pu être porté dans deux nouveaux modèles même un peu *en avant* du milieu, mais seulement de 0,5 à 0,6 mm. sur une longueur totale de la balle de 21,5 à 24,5 mm.

Dans la quatrième section on a montré en particulier que le centre de gravité était situé en arrière du milieu dans 30 balles hollandaises du cal. 10 à 12 mm.

L'appareil représenté fig. 63 et 64, pl. 8, sert à la détermination exacte du centre de gravité dans les projectiles allongés des armes à feu portatives.

Un des bras de la balance se termine par une cuiller plate destinée à recevoir la balle dans deux positions opposées ; le plateau de l'autre bras reçoit les poids qui sont nécessaires pour établir l'équilibre. Ce procédé est très-rapide et très-simple.

La balle est pesée dans les deux positions opposées indiquées par les chiffres 1 et 2. Si l'on désigne alors par P le poids de la balle, par Q_1 et Q_2 les poids nécessaires à l'équilibre dans les positions 1 et 2 ; par a la distance du milieu de la cloison séparatrice de la cuiller au point de suspension du levier de la balance ; par c l'épaisseur de cette cloison ; par b la longueur de l'autre bras, on aura x distance du centre de gravité à la pointe de la balle

$$= \frac{a\,(Q_1 - Q_2)}{Q_1 + Q_2} - \frac{c}{2} \text{ (1).}$$

(1) $P \cdot \left(a + x + \frac{c}{2}\right) = Q_1\, b.$

$P \cdot \left(a - x - \frac{c}{2}\right) = Q_2\, b.$ Donc

$$\frac{a + x + \frac{c}{2}}{a + x - \frac{c}{2}} = \frac{Q_1}{Q_2} \text{ et } a \cdot Q_2 + x\,Q_2 + \frac{c}{2} \cdot Q_2$$

$$= a \cdot Q_1 - x \cdot Q_1 - \frac{c}{2} \cdot Q_1$$

donc $x\,(Q_1 + Q_2) = a \cdot (Q_1 - Q_2) - \frac{c}{2} \cdot (Q_1 + Q_2)$

$$x = \frac{a\,(Q_1 - Q_2)}{Q_1 + Q_2} - \frac{c}{2}.$$

Nous devons à l'obligeance de M. le lieutenant S. Worobioff la communication des données suivantes déterminées à l'aide de l'appareil précédent :

Le centre de gravité est situé *en arrière* du milieu : dans la *nouvelle balle-Minié russe de petit calibre*, a. avant l'introduction du culot, à 0,83 mm.; b. après l'introduction du culot, à 1 mm.; c, après la pénétration du culot à 0,82 mm. dans la *balle-Minié russe de gros calibre* a. 1,3; b. 1,4; c. 0,71 mm.; dans les balles à expansion *russes* à *évidement étoilé*, la même distance varie de 0,78 à 1,3 ; dans la *balle hessoise grand-ducale* à *évidement étoilé* elle est de 0,9 ; dans la *balle autrichienne de Lorentz*, de 1,75 ; dans la même balle *après le coup* de 2,1 ; dans la *balle anglaise avec culot en bois* de 0,45 ; dans la *balle-Minié badoise de petit calibre*, de 1,87; dans la *balle bavaroise comprimée de Podewils*, de 1,54; dans la *balle* à *expansion comprimée espagnole sans culot* (1), de 0,33; dans les anciennes *balles à compression saxonnes d'après Wilkinson*, de 3,0 ; dans la *balle oblongue prussienne*, de 0,025 seulement (le centre de gravité peut donc être considéré comme situé au milieu); dans une balle pleine de la *carabine suisse*, de 1,72; dans les balles à expansion russes de *Petrowitsch*, de 1,8; dans les balles russes du fusil se chargeant par la culasse d'après le *système obturateur*, de 0,96 mm., etc., etc.

(1) Nous donnons Pl. 8, fig. 65, la représentation de cette balle (cal. 14 mm., poids 32 gr.) pour montrer comment avec une pointe aussi obtuse et un évidement aussi large, le centre de gravité n'a pas même pu être porté jusqu'au milieu!

Du reste ce projectile peut être assimilé aux balles de Merian et de Sauerbrey.

La longueur totale de toutes les balles précédentes a déjà été donnée ou bien ne diffère pas essentiellement de la dimension moyenne en usage pour le calibre correspondant; il suffit ici de constater la position du centre de gravité par rapport au milieu de l'axe. De petites différences se présentent naturellement dans des expériences de ce genre, ne fût-ce que par suite de la constitution propre de chaque échantillon soumis à l'épreuve. Mais nous pensons avoir mis maintenant le résultat général hors de doute pour tous les modèles européens importants (1).

Le point d'application de la résultante de la résistance de l'air ne peut pas être déterminé avec certitude, même à l'aide d'un calcul des plus longs — qui offre naturellement de nouvelles difficultés pour chaque profil de balle particulier — puisque la manière d'être même de cette résistance, avec les actions propres du courant postérieur, du courant provenant de la rotation, etc., n'apparaît pas assez clairement pour pouvoir être exprimée par des valeurs déterminées. Il ne restait donc que la voie de l'expérience. L'appareil de Magnus ne pou-

(1) La citation des nombreuses données qui précèdent eût pu paraître superflue, si des personnes compétentes n'avaient pas exprimé des doutes au sujet de notre affirmation du 1er vol., que le centre de gravité se trouvait situé la plupart du temps *en arrière* du milieu, rarement *au milieu même*, et jamais beaucoup *en avant* de ce point.

vait suffire complètement pour le but spécial qu'on se propose ici, parce que les anneaux dans lesquels la balle est suspendue influent sur la position de la résultante; il eût été difficile aussi d'adapter sur l'appareil divers modèles de grandeur suffisante en conservant la position voulue pour les anneaux; enfin les formes de la balle cylindro-conique qu'on emploie ordinairement avec cet appareil s'écartent trop de celles des projectiles usuels.

Dans ces circonstances il nous parut convenable de déterminer d'abord le point d'application de la résistance de l'air pour différentes positions d'une balle oblongue qui n'aurait pas de mouvement de rotation, au moyen d'un modèle de grandeur suffisante. Les formes de ce corps en bois, représenté dans la fig. 65 *bis*, pl. 8, en grandeur naturelle, peuvent être considérées comme une *moyenne* de celles *en usage*. Les cannelures pouvaient être recouvertes d'un cylindre en papier et l'évidement annulaire qu'on voit à la base par un disque en carton (1). Le modèle avait dans son axe un vide de

(1) On ne pouvait employer qu'un évidement annulaire, parce que le vide central de la balle (dans l'axe) était destiné à recevoir le poids. Il ne s'agissait du reste que de détermi-ner en principe, d'*une manière générale*, l'influence d'un

12 mm. de large, se prolongeant presque jusqu'à la pointe et dans lequel on pouvait introduire un poids en plomb, susceptible d'être avancé ou reculé. On pouvait ainsi fixer le centre de gravité successivement aux points désignés par les chiffres de 1 à 8, soit *en avant*, soit *en arrière* du milieu de l'axe longitudinal, soit enfin *dans* ce milieu même. La balle était percée transversalement en ces mêmes points de manière à pouvoir être suspendue librement sur divers axes passant toujours par le centre de gravité ; cette suspension avait lieu de chaque côté au moyen de tiges longues et minces dont les supports verticaux étaient assez éloignés l'un de l'autre pour ne pas influer sur la résistance que la balle éprouvait de la part de l'air.

Le centre de gravité étant ainsi toujours situé dans l'axe qui était maintenu par les supports, le modèle se trouvait, à part la rotation, dans la situation d'un projectile dont la marche serait libre et l'on pouvait, au moyen d'un courant d'air horizontal (obtenu à l'aide d'un ventilateur) dirigé sur lui, déduire de l'inclinaison du modèle les

évidement situé à l'arrière. — Le profil de la pointe du modèle est formé de deux arcs de cercle de 81 et 18,5 mm. de rayon (ayant pour cordes 41 et 14 mm.).

divers angles correspondant à certaines directions et à certains points d'application de la résultante de ce courant. Les valeurs de cet angle α sont réunies dans la table suivante.

Résultats des expériences qui se rapportent à la Fig. 65 bis.

Centre de gravité et axe transverse.	Distance du centre de gravité au milieu de l'axe longitudinal.		Valeurs de l'angle α.			
			I. Balle à évidement annulaire.		II. Balle à surface postérieure unie.	
	en arrière.	en avant.	A avec cannelures.	B sans cannelures.	A avec cannelures.	B sans cannelures.
	mm.	mm.				
Nº 1	5,75	—	77°58′	77°58′	—	—
« 2	4,31	—	—	75°1′	—	62°45′
« 3	2,87	—	—	68°45′	—	60°56′
« 4	1,43	—	60°21′	63°39′	50°22′	50°50′
« 5	0	0	—	56°37′	—	48°15′
« 6		1,43	52°29′	48°15′	38°11′	43°1′
« 7		2,87	—	—	—	37°32′
« 8		4,31	—	—	30°48′	32°5′

Les résultats précédents offrent à la vérité plusieurs irrégularités provenant des petites imperfections de l'expérience, mais cela n'a pas grande importance, puisque certaines conséquences capitales en ressortent avec une certitude indubitable.

1° Une balle de la forme donnée doit être in-

clinée de 50 à 77° sur la trajectoire de son centre de gravité pour que le prolongement de la résultante de la résistance de l'air passe *en arrière* du milieu de l'axe longitudinal à une distance comprise entre 1,43 et 5,57 mm. seulement $\left(= \frac{1}{62} \text{ à } \frac{1}{15}\right.$ de la longueur totale, ou bien environ 0,35 à 1,44 mm. dans une balle en plomb de grandeur naturelle). L'inclinaison devrait être supposée de 48 à 56° pour que la résultante passât *par le milieu ;* mais si la valeur de cette inclinaison diminue de manière à se trouver comprise entre 40 et 30°, cette résultante agit déjà sur *la partie antérieure de la pointe de la balle* et son prolongement coupe l'axe *en avant du milieu.*

Donc, puisque les balles réelles se tirent sous des angles de 3 à 4° tout au plus, le point d'application de la résultante, qui à l'origine est situé à l'extrémité antérieure de l'axe de la balle, ne s'éloignera pas beaucoup de ce point, même quand la balle prendra peu à peu une inclinaison de 7 à 8° sur la trajectoire de son centre de gravité dans la branche descendante. Pour un angle $\alpha' = 8^0$, la résultante se trouvera à peu près dans la position désignée dans la fig. 65 *bis* par la lettre K, c'est-à-dire qu'elle coupera l'axe longitudinal beaucoup *en*

avant de son milieu et tendra réellement à *relever* la pointe de la balle. Une combinaison particulière de la résistance de l'air avec l'action de la rotation peut seule modifier cette action élévatrice de manière que la pointe de la balle se meuve sur un arc de cercle et que son axe décrive une surface conique et se rapproche de la tangente à la trajectoire.

2° Ce qu'on vient de dire se rapporte aussi bien aux balles *pleines* qu'aux balles *évidées*, aux balles *cannelées* qu'à celles *sans cannelures* et un simple coup d'œil sur la figure suffit pour faire reconnaître que, dans des conditions normales, il ne peut être question d'une action de la résultante sur la partie postérieure de la balle ou même sur les cannelures. Une balle dont le centre de gravité serait situé au milieu de l'axe, ou *en avant* de ce milieu, c'est-à-dire entre les points 5 et 8, devrait déjà se trouver déviée presque perpendiculairement à la trajectoire de son centre de gravité pour que la résultante de la résistance de l'air agît avec un moment considérable — au point 1 ou plus en arrière encore — de manière à produire le relèvement de la partie postérieure et par conséquent l'abaissement de la pointe dans la direction de la

trajectoire. Mais si, comme c'est réellement le cas pour la plupart des balles, le centre de gravité est situé entre les points 5 et 1, ou plus en arrière encore, on peut d'autant moins s'attendre à un effet de ce genre.

3° L'*évidement* et les *cannelures* de la balle ont naturellement une certaine influence, quoique les traits fondamentaux de toute la théorie précédente ne puissent en être altérés d'une manière saillante.

Mais, en tout cas, il résulte des observations précédentes que *tout évidement postérieur* de la balle, toutes circonstances égales d'ailleurs, rapproche de la pointe le point d'application de la résistance de l'air et *augmente* ainsi le moment de la force qui tend à relever cette pointe. Cette dernière circonstance se trouve toutefois compensée dans la pratique, par ce fait que le centre de gravité se trouve aussi reporté un peu en avant par l'évidement ; en revanche un affaiblissement du mouvement progressif est naturellement inséparable aussi dans la pratique, de l'emploi d'un évidement, ainsi que l'ont confirmé depuis longtemps d'autres épreuves.

Il semble ressortir, en outre, des tables précé-

dentes, que l'influence des *cannelures*, déjà *faible en elle-même*, se fait remarquer *moins encore* dans les balles *évidées* que dans les balles *massives* — circonstance dont il faudrait chercher l'explication dans la nature particulière du courant postérieur de l'air. En tout cas il paraît établi que pour les deux sortes de balles cette influence est déjà *très-faible* pour une inclinaison comprise entre 50 et et 30°, et qu'en conséquence, pour les angles qui se présentent dans la pratique (1), elle pourrait être considérée selon toute probabilité comme *disparaissant* entièrement ou même comme faisant ressortir l'avantage des surfaces *unies*.

Les observations précédentes trouvent leur con-

(1) Sans vouloir entrer dans l'examen approfondi de la question et sans méconnaître la valeur des expériences de MM. Plœnnies et Waibler qui y apportent de nouveaux éclaircissements, nous dirons cependant ici qu'en France les hommes les plus compétents considèrent les cannelures comme ayant une influence directrice très-sensible. Si M. de Plœnnies a été conduit à l'idée contraire, c'est qu'il admet que l'inclinaison de l'axe longitudinal de la balle sur la tangente à la trajectoire ne peut être que très-petite dans la pratique, tandis qu'en réalité, par suite de la combinaison de la résistance de l'air avec la rotation, cette inclinaison peut dépasser de beaucoup les limites qu'il lui assigne. E. T.

firmation aussi bien dans les expériences pratiques sur le tir que dans les épreuves de Magnus.

Une balle suffisamment longue et expansible tirée dans un canon rayé dont le pas est compris entre 1,5 et 0,8 m. atteint, avec un angle de tir suffisant, à la distance de 2500 à 3000 pas sans se renverser ou même sans présenter des écarts frappants dans la branche descendante d'une si longue trajectoire. Nous l'avons constaté pour des balles de modèles et de calibres divers, avec et sans cannelures, ayant leur centre de gravité situé soit *au milieu* de l'axe, soit *en avant,* soit *en arrière* de ce milieu (voir, p. E., les épreuves bavaroises), et la seule conclusion que nous puissions tirer de là, c'est que les balles doivent la conservation approximative de leur position normale relativement à la trajectoire *uniquement à l'influence de la rotation* et spécialement à la *prépondérance de la fixité de direction de leur axe longitudinal,* tandis que l'influence de la résistance de l'air, qui toutefois a toujours lieu et tend à relever la pointe, n'entre d'une part que pour peu de chose dans la question, à cause de la *petitesse* de son *moment* (facile à constater dans la figure), et d'autre part *se trouve modifiée dans son action* par la rotation.

La circonstance que les balles de toutes les armes à feu connues dérivent dans le sens du pas, ne parle peut-être pas en faveur de l'opinion erronnée, que la *direction* de cette dérivation est déterminée uniquement par celle de la rotation, mais elle prouve simplement que dans toutes ces balles la résultante de la résistance de l'air agit *en avant* du centre de gravité, — ce qui s'accorde avec nos expériences et avec la théorie de Magnus, d'après lesquelles les balles devraient dériver dans un sens *opposé* à celui du pas, si cette résultante agissait *en arrière* du centre de gravité.

Il n'y a pas de balles qui dérivent dans le sens *opposé* à celui du pas, mais on pourrait sans doute établir des modèles de ce genre, dans le but de les éprouver, en réunissant un cylindre long et léger à une courte pointe de substance plus lourde, et en reportant aussi le point d'application de la résultante le plus possible en arrière, au moyen d'un profil approprié à ce but.

Toutefois, il y a des balles dont la dérivation dans le sens du pas est si faible, qu'elle peut être négligée dans la pratique, — en face des autres influences. Cela a lieu, par exemple, pour les plus nouveaux modèles des balles françaises dont on a déjà parlé. En tout cas, il faut considérer ici qu'en opposition avec la position favorable du centre de gravité, la résistance de l'air se trouve encore reportée un peu plus en avant par l'aplatissement antérieur considérable du profil; mais le moment élevateur de cette résistance et par suite la dérivation n'en demeure pas moins si faible qu'on la néglige dans la pratique. Ceci se rapporte spécialement à la balle fig. 3, modèle 1863, pl. 6. La balle n° 1, modèle 1857, avec le centre de gravité situé un peu moins en avant, présentait toujours (d'après des communications plus récentes) une dérivation sensible que nous avons eu

à indiquer aussi dans la section précédente pour la balle italienne qui s'en rapproche beaucoup, et dont le centre de gravité est encore un peu plus en arrière.

Pour la *balle oblongue prussienne*, dont le centre de gravité est situé au milieu, la dérivation est, d'après de nouvelles épreuves dignes de confiance

à	225	263	300	337	375	412	450	600 mètres.
=	300	350	400	450	500	550	600	800 pas,
d'environ	10	15	23	34	47	63	80	150 cm.

Valeurs qui en général peuvent être négligées dans tous les cas pour le tir à petite distance. Avec la balle courte plus ancienne du fusil à aiguille, dont le centre de gravité était situé fort en arrière du milieu, les écarts étaient environ doubles.

Avec les nouvelles balles évidées du calibre suisse, dont le centre de gravité est à peu près au milieu, la dérivation dans le sens du pas est aussi très-faible, mais croît considérablement quand la longueur du pas diminue (c'est-à-dire quand la courbure des rayures augmente), ainsi que cela ressort des nouveaux résultats d'expérience suivants :

DÉRIVATION DES BALLES SUISSES, A 800 PAS = 600 MÈTRES.

Longueur du pas.	Grandeur de l'écart à droite.
81 cm.	15 cm. au plus
75 »	30 » environ
69 »	105 » »
63 »	150 » »

Donc ici, quoique la fixité de direction de l'axe soit augmentée (par l'accroissement de la vitesse angulaire), le *déplacement latéral* de la résultante, conséquence du courant d'air rotatoire, se manifeste à un degré supérieur.

En tout cas, la valeur de 15 cm. à 800 pas, qui correspond au pas *normal* de 81 cm., est d'une petitesse tellement négligeable, que pour les armes suisses il n'est pas nécessaire d'avoir égard à la dérivation, même aux grandes distances.

Au contraire, il paraît convenable de corriger la dérivation à l'aide de la hausse quand elle arrive à égaler ou à surpasser les valeurs qu'on lui a trouvées pour la balle oblongue prussienne, comme c'est réellement le cas pour presque toutes les armes à feu connues des calibres compris entre 13, 9 et 18 mm. (à l'exception des armes françaises). Nous avons indiqué dans le 1er vol. le procédé à l'aide duquel on peut opérer cette correction sans aucune complication de la hausse. Pourquoi renoncerait-on à cette amélioration qui n'augmenterait en rien les frais de fabrication ? — Sans doute une dérivation de 1, 5 ou 2 mètres à 800 pas n'est pas considérable en comparaison de la largeur ordinaire des objets contre lesquels on tire d'ordinaire à cette distance. Mais c'est toujours une cause d'erreur qu'un tel écart qui n'a lieu que *d'un seul* côté et qui peut être accru dans une proportion *considérable* par un courant d'air agissant dans le même sens (1), — particulièrement lorsqu'il

(1) Un vent latéral modéré peut porter à 4 ou 5 m. l'écart de 2 m. auquel est soumise une balle dont la rotation a lieu à droite, ou bien le réduire à zéro, suivant qu'il souffle de la gauche ou de la droite. Il est évident qu'on ne peut exiger ou attendre d'un tireur ordinaire qu'il tienne compte de cette compensation. Ce n'est que lorsque le fusil donne parfaitement juste dans une atmosphère tranquille (ainsi que cela a lieu avec une hausse corrigée) que l'homme peut se faire des idées justes de l'influence du vent et les mettre en pratique.

s'agit de prendre pour but une bouche à feu isolée, un petit groupe de tirailleurs ou d'autres objets semblables situés à une grande distance.

Les résultats d'expérience de l'appareil de Magnus s'accordent, comme on l'a déjà remarqué plus haut, avec tous les développements précédents. Quand on imprime un mouvement de rotation au corps cylindro-conique suspendu dans les deux anneaux mobiles, on observe les phénomènes suivants, selon la position du centre de gravité relativement à l'axe transverse :

I. — SANS L'EMPLOI DU VENTILATEUR.

a. *Centre de gravité sur l'axe transverse;* le corps en rotation ne change pas de position.

b. *Centre de gravité en avant de l'axe transverse;* la pointe se tourne du côté *opposé* à celui de la rotation et s'abaisse quand la rotation va en diminuant.

c. *Centre de gravité en arrière de l'axe transverse;* la pointe se tourne du côté de la rotation et s'élève peu à peu à mesure que la rotation diminue.

II. — AVEC L'EMPLOI DU VENTILATEUR

(*Courant d'air horizontal.*)

a. Centre de gravité sur l'axe transverse; la pointe se tourne du côté de la rotation et s'abaisse en même temps un peu en décrivant un arc de cercle.

b. Centre de gravité en avant de l'axe transverse; la pointe se tourne du côté *opposé* à celui de la rotation et se relève.

c. Centre de gravité en arrière de l'axe transverse; la pointe se tourne du côté de la rotation et ne s'élève que lorsque la rotation diminue.

Les cas I *a b c* peuvent être assimilés à ce qui se passe dans le cas d'une balle libre dans son trajet; le point d'appui sur l'axe transverse produit, d'une façon analogue à la résultante de la résistance de l'air, une déviation dans le sens du pas ou dans le sens contraire, suivant qu'il est situé en avant ou en arrière du centre de gravité. Il en est de même du cas II *a*, qui peut ici servir de règle : le centre de gravité et le point d'appui se confondent, la ré-

sultante de la résistance de l'air doit donc, dans tous les cas, agir *en avant* de ce point, puisque la pointe se tourne dans le sens de la rotation. En même temps on peut observer, dans ce cas, comment l'axe longitudinal de la balle, dans cette déviation et cet abaissement successif de la pointe, décrit un cône dont le sommet est situé au centre de gravité. On reconnaît ainsi comment la résistance de l'air, même lorsqu'elle agit *en avant* du centre de gravité, peut produire un abaissement progressif de la pointe par sa *combinaison avec la rotation.*

Les cas II *b* et *c* présentent cette complication que la pesanteur, ainsi que la résistance de l'air, agissent hors du point d'appui. Ces *deux* forces s'appliquent, dans le cas II *b*, *en avant* de l'axe transverse, ce qui explique le relèvement de la pointe. Le cas II *c* ne permet pas d'appréciation bien déterminée, parce que ces deux forces, considérées à partir du centre de gravité, n'agissent plus du même côté.

A l'égard des expériences faites avec notre modèle en bois, il faut ajouter encore qu'on ne détermine pas exactement de combien le point d'application de la résistance atmosphérique se trouve déplacé par la rotation non-seulement dans le sens

latéral, mais encore dans la direction de la longueur de la balle.

Mais d'après les valeurs considérables trouvées pour α, ce déplacement pourrait être très-sensible sans altérer essentiellement les principaux résultats de l'épreuve.

XIII. — NOTICE HISTORIQUE SUR LES ARMES A FEU PORTATIVES SUÉDOISES ET NORWÉGIENNES.

Il est particulièrement intéressant d'observer la manière dont s'est opérée, dans les diverses armées, la *transition* de l'ancien au nouvel armement de l'infanterie. D'après l'antique renommée de l'infanterie suédoise et le zèle bien connu avec lequel on s'occupe, en Suède, de la science des armes, c'était là précisément qu'on pouvait s'attendre à une certaine supériorité dans les résultats obtenus.

Le *fusil lisse* de l'infanterie suédoise — modèle 1845 — ne différait pas essentiellement d'un fusil lisse ordinaire à percussion ; le calibre du canon était de 18,4 ; le calibre de la balle de 17,6 mm. ; le poids de la balle de 30 gr., la charge de 8,3 gr.

En 1848 une partie de ces fusils lisses fut transformée d'après le *système de Thouvenin ;* le calibre fut porté à 19,2 mm., la longueur du canon à 93 cm. ; la culasse fut munie d'une tige et l'âme

de 8 rayures (avec un pas de 186 cm.). La balle est représentée fig. 66, pl. 8, et ses dimensions, son poids et celui de la charge font vraiment une impression peu rassurante quand on songe qu'elle devait se tirer non pas dans un canon fixé sur un appui, mais dans un fusil rayé ordinaire qui se couchait en joue à main libre ! — Le poids de ce fusil, avec la bayonnette, était de 4 kil. 782, c'est-à-dire égal seulement à 87 fois environ le poids de la balle, d'où l'on peut induire en toute sûreté que le recul devait être presqu'intolérable et la trajectoire très-courbe.

A côté de ce fusil à tige, provenant de la transformation, il existait aussi une *carabine à tige* du même énorme calibre, avec laquelle on tirait la même cartouche. Cette *carabine* pesait, avec bayonnette, 6 kil. 377 ; elle était donc mieux en rapport avec le poids considérable de la balle, mais évidemment beaucoup trop lourde pour l'usage pratique. Le canon, long de 80,15 cm., avait 8 rayures avec un pas de 107 cm. Les deux armes à tige, aussi bien le fusil que la carabine, étaient munies d'un système de hausse dont l'emploi s'étendait jusqu'à la distance de 416 m. = 554 pas.

Les tirailleurs de l'infanterie (un peloton par

bataillon) aussi bien que les bataillons de tirailleurs furent munis des deux armes qu'on vient de décrire jusqu'en 1855. Pour ne pas juger trop sévèrement les graves défauts de convenance de ces modèles, il faut tenir compte de leur *apparition relativement hâtive*. Ce ne fut qu'en 1848 que l'on commença à se faire peu à peu des idées justes sur le calibre en Amérique et en Suisse, tandis que dans la plupart des armées européennes on manquait encore de notions précises sur cet objet important.

En revanche on peut être surpris de voir que la deuxième période du développement des armes suédoises ne présente pas de progrès marqué. *Le fusil rayé suédois, modèle* 1855, qui se présente en première ligne, avait toujours le gros calibre de 18,4 mm. et la lourde balle (d'après Timmerhanns) représentée fig. 67, pl. 8, dont les défauts (relativement au transport, à l'expansion, etc.) sont suffisamment connus. Le recul doit aussi dépasser, avec 6 gr. de charge, la limite permise sans qu'on obtienne une trajectoire rasante. Le canon était muni de 4 rayures à profondeur progressive.

Ce n'est que la *troisième* période de développement représentée par le *fusil rayé modèle* 1857,

qui présente l'accomplissement d'un progrès considérable par le choix d'un calibre de canon de 14,9 mm. avec la balle, fig. 68. La surface postérieure de ce projectile est un peu concave; il a donc quelqu'analogie avec la balle hanovrienne, nommée balle à écran, mais possède au moins sur elle l'avantage d'être plus transportable, puisque la profondeur de cette légère cavité (un segment de sphère de grand rayon) n'est que d'environ 1,3 mm. comptée sur l'axe. La faible charge de 3,4 gr. = 10 % du poids de la balle prouve que, même avec ce modèle, on n'était pas encore parvenu à unir une vitesse initiale considérable (trajectoire rasante) à une grande précision et à un faible recul; car on eût sans doute augmenté la charge si la construction de la balle eût permis de le faire (sans trop accroître la dispersion et le recul). En tout cas le fusil en question était *fort* en arrière des armes de l'Allemagne du sud du calibre 13,9. Quant aux détails de construction, nous pouvons encore ajouter que ce fusil suédois M. 1857 est aussi muni de 4 rayures à profondeur progressive.

Les progrès successifs de l'arme à feu portative suédoise qui viennent d'être décrits trouvent leur complément dans le *fusil rayé d'infanterie modèle*

1860 (Beflade Gewaret af 1860) qui offre une des manifestations les plus intéressantes de la nouvelle science et fournit de nouveau la preuve que sur ce terrain le vrai progrès va de pair avec la *diminution graduelle* du calibre.

Nous ne connaissons du reste l'arme en question que par la description qu'en a donnée M. Worobioff dans le « Messager des armes » russe (n° 4 de 1862), et nous en extrayons les données suivantes. Le canon est en fer, bronzé, long de 97,68 cm., parfaitement conique, sans facettes; diamètres extérieurs : en arrière 26,6, en avant 19 mm.; calibre, 12,172 mm.; 6 rayures égales aux pleins, à profondeur constante de 0,297 mm. et dont l'hélice fait un angle de 1° 56′ 20″ avec l'axe du canon. La culasse brevetée a une chambre profonde de 22,26 mm. Hausse fixe jusqu'à 400 pas (236 m.), hausse à échelle avec curseur, jusqu'à 1300 pas (767 m.). Le guidon est en cuivre, son embase sert de tenon de bayonnette. Longueur et poids avec et sans bayonnette : 198 et 139,8 cm. 4 kil. 632 et 4 kil. 193; centre de gravité avec et sans bayonnette, à 70 et 92,7 cm. de la bouche.

La charge appelle de notre part une attention toute particulière : en effet elle atteint la propor-

tion tout à fait extraordinaire de 6,378 gr. de poudre de carabine = 27 % du poids de la balle. Le projectile, du calibre 11,8, pesant 23,78 gr. et long de 27 mm. (d'après les mesures prises sur un dessin) est plein, sans évidement et se rapproche beaucoup de la balle connue de la carabine d'ordonnance suisse (pl. 8, fig. 53, *a*) ; le projectile suédois est, ainsi que cette balle, enveloppé d'un calepin graissé, tandis que la charge est renfermée dans une enveloppe à part. Cette manière de charger est sans doute admissible avec un vent faible, mais elle entraîne toujours quelque complication et ne saurait être recommandée, surtout pour l'infanterie de ligne. D'un autre côté, avec une aussi forte charge, on peut s'attendre à un fort refoulement du projectile, qui, joint à l'emploi du calepin, peut donner lieu à un bon forcement, à une direction assurée de la balle et à un entretien suffisant de la propreté du canon. Avec le rapport excessivement favorable qui existe entre le poids de la balle et celui de la charge, on ne sera pas surpris que notre correspondant russe ait fixé la vitesse initiale à 481 m. On peut conclure des mesures prises sur l'arme que l'angle de tir est d'environ 28′ pour la hausse fixe et d'environ 2° 8′

pour la position du curseur correspondant à la distance de 767 m. — D'où il suit que les trajectoires devraient être au moins aussi rasantes que celles des armes suisses. Il n'y a aucune raison pour en douter; le fusil suédois mérite donc, dans tous les cas, la plus grande attention, mais il ne faut pas oublier que le chargement est certainement plus compliqué et que les munitions sont de 36 % plus pesantes qu'avec les fusils suisses. Il ne paraît du reste pas impossible de tirer une balle de ce genre avec une charge semblable, même en lui donnant un peu plus de vent (0,4 au lieu de 0,3 mm.) dans une cartouche ordinaire en papier, mais on n'obtiendrait pas une très-grande précision (une faible dispersion) et on aurait toujours un recul considérable.

La cavalerie suédoise est — ou du moins était encore il y a environ 3 ans — armée de deux pistolets par homme; chacun de ces pistolets avait un calibre et une construction à part. L'un, du calibre 19,9 mm., à canon lisse, tire la cartouche à mitraille de la fig. 69, pl. 8, qui renferme 6 petites balles de 8,9 mm. de diamètre, pesant 4,1 gr. chacune, et 6,7 gr. de poudre.

L'autre pistolet, modèle 1850, du calibre

14,9 mm., est muni de 4 rayures et d'une tige pour tirer la balle fig. 70, dont le calibre est 14,5 mm. et le poids 23,2 gr., la charge est de 3,4 gr. — C'est, pour un pistolet rayé, une charge très-considérable qui peut inspirer des doutes pour la sécurité de celui qui le manie. Il est, du reste, muni d'une crosse qui peut s'enlever, afin de pouvoir être employé au besoin comme mousqueton. On avait le projet, il y a 3 ans, de remplacer les deux pistolets qu'on vient de décrire par un mousqueton rayé de petit calibre.

Les renseignements précédents ont été pris en Suède sur les lieux mêmes, mais il y a, comme on l'a déjà dit, environ 3 ans ; nous ne pouvons donc pas nous hasarder à porter un jugement définitif sur cette branche de l'art militaire dans ce pays. Il suffisait, pour le but que nous nous proposons, de montrer qu'ici encore on trouve la confirmation des principes que nous avons posés sur l'influence du calibre.

Dans tous les cas, la variété des modèles successivement adoptés paraît grande, — très-grande pour une si petite armée. Aux armes déjà citées vient encore se joindre le *fusil à chargement par la culasse de la marine suédoise*, modèle 1851, du calibre

14,9 mm., muni de 6 rayures, dont la construction est suffisamment connue et a été déjà souvent décrite.

La balle qui se tire avec cette arme est celle de la fig. 71 ; calibre 15,15 mm. ; poids 34,7 gr. ; charge 4,9 gr. (1). Ses résultats, quant aux trajectoires, sont du reste fort au-dessous de ceux du fusil norwégien se chargeant par la culasse, modèle 1860, décrit dans la section suivante.

Cette variété des modèles scandinaves paraît encore d'autant plus grande et plus digne de remarque que jusqu'à présent les Norwégiens ont suivi, pour la contruction de leurs armes à feu, une voie entièrement distincte qui leur est propre et paraissent n'avoir adopté que tout dernièrement les dimensions et les poids suédois.

Jusqu'en 1842, l'*infanterie norwégienne* avait deux sortes d'armes, les fusils lisses et les anciennes carabines rayées à calepins. Pour les fusils lisses de divers modèles, en partie fort anciens, on avait

(1) D'après le « Messager des armes » la charge a été fixée en dernier lieu à 5,3 gr. et le poids de la balle à 34,93 gr.: la figure du projectile est aussi représentée d'une façon un peu différente (avec une forme un peu conique de manière que le diamètre diminue en allant vers le bas).

fixé le calibre moyen à 17,26 mm, ; la balle sphérique pesant 30,23 gr. et ayant 16,63 mm. de diamètre, se tirait avec un vent moyen de 0,63 mm. et 5,24 gr. de charge seulement.

La courte *carabine de chasseur* du calibre 15,55 mm. (8 rayures, longueur du canon 69,2 cm., pas 60 cm.) tirait avec 3,9 gr. de charge une balle sphérique ordinaire à calepin, pesant 22,65 gr. de même calibre et qui s'introduisait de force.

Tous ces fusils et carabines n'ont été munis de platines à percussion qu'après coup et ensuite transformés en armes à tige dans ces derniers temps, où l'on a fixé le calibre des fusils à 18,24 mm., celui des carabines à 17,73 mm. et adopté la balle ogivale du *fusil norwégien se chargeant par la culasse*, modèle 1842, représentée dans la pl. 7 et décrite dans la section suivante : poids 39,8 gr., calibre 17,26 mm. ; avec 4,49 gr. de charge.

La forme des anciennes cartouches norwégiennes de gros calibre est mise en lumière par les fig. 72 et 73 de la pl. 8.

En vertu d'une ordonnance royale du 10 juillet 1860, le calibre fut fixé à 12,172 mm. pour tous

de chambre dont le fond est formé par l'appareil de fermeture.

La fermeture de culasse la plus simple consiste en un verrou, une clavette ou un prisme traversant l'épaisseur des parois en fermant l'âme.

Ce mécanisme était déjà appliqué dans les anciens canons du dix-huitième siècle, et même, dans les temps modernes, il l'a été avec des modifications rationnelles.

Pour empêcher que le choc des gaz n'agisse directement sur le verrou, et que la combustion n'y forme des dépôts de crasse, il est précédé d'un pision de fermeture, ce qui permet de donner au verrou une forme cylindrique. Le piston de fermeture est introduit dans l'âme du canon au moyen d'une tige fixe ou mobile, et peut être maintenu après la pose du verrou. L'échappement des gaz de haute pression par les joints de l'appareil est évité par une rondelle élastique dont le piston est muni à sa partie antérieure, ou par tout autre moyen que nous décrirons dans les chapitres suivants.

En employant, au lieu d'un verrou, une clavette ou un coin, le piston de fermeture n'est plus absolument nécessaire, toutefois il est à remarquer que

la clavette doit être bien ajustée et maintenue par une vis.

La fermeture de culasse à vis est aussi simple que celle à verrou ou à clavette. Elle consiste en une vis cylindrique ou conique S (fig. 75 et 76, pl. V) vissée dans la partie postérieure taraudée de l'âme et en formant le fond mobile. Pour éviter la perte de temps causée par le vissage et le dévissage du fond mobile de l'âme, on a rasé, tant à la vis que dans l'écrou formé par la partie postérieure de l'âme, une partie des pas de vis (fig. 77), de telle sorte que la largeur des rangées de filets *f f f* est un peu inférieure à la largeur des parties unies *g g g*.

Dans ces conditions, la vis peut être introduite dans l'écrou sans être tournée, car les parties unies *g g g* de l'écrou permettent le passage aux rangées de filets de la vis. Il suffit alors de tourner la vis pour la mesure de la largeur d'un passage pour la faire tenir. La fermeture à la tête de la vis se fait par une embase conique, s'appuyant contre les parois de l'âme. La partie postérieure de la culasse étant taraudée à sa partie extérieure peut de même tenir lieu de la vis S (fig. 78). Alors, le couvercle D, taraudé intérieurement, établit la

fermeture en se vissant par la culasse. Dans ce système de fermeture, on peut raser, comme nous l'avons indiqué plus haut, une partie des filets pour permettre une introduction prompte de la culasse dans l'écrou-couvercle.

On peut établir de même une fermeture convenable par l'application d'une vis excentrique S (fig. 79).

Comme on voit par le dessin, l'axe de la vis se trouve dans *a b*, et l'orifice correspondant à l'âme du canon dans *m* en dehors de cet axe. L'axe de l'orifice *m* et celui de l'âme du canon étant identiques, le chargement peut s'effectuer par derrière, et, en tournant la vis au moyen d'une poignée pour 180 degrés, l'âme se trouve fermée par la partie massive *m'* de la vis.

Le mécanisme du robinet peut aussi être employé comme appareil de fermeture de culasse.

Un autre système fort simple dans son principe est celui du piston à ailettes qui se maintient dans des creux pratiqués dans l'épaisseur de la culasse, après avoir été tourné pour s'y loger, ou dont le diamètre peut être augmenté ou diminué, permettant d'être introduit et fixé facilement. Après ces appareils de fermeture simples, nous avons

les mécanismes composés de deux clavettes ou d'un verrou et d'une vis.

Dans le premier, le verrou prismatique se compose de deux clavettes *a*, *b* (fig. 80), glissant l'une sur l'autre, comme le montre notre dessin. En retirant l'une des deux clavettes au moyen d'une vis à poignée, l'épaisseur du verrou se trouve diminuée, et l'appareil peut être facilement démonté; si, au contraire, on fait entrer la clavette au moyen de la même vis, l'épaisseur du verrou se trouve insensiblement augmentée jusqu'à ce qu'il y ait contact parfait entre les surfaces de frottement, et par conséquent fermeture complète de la culasse. Pour effectuer le chargement, on n'a qu'à retirer les deux clavettes jusqu'à ce que leur orifice *m* corresponde à l'âme *m'* du canon livrant ainsi passage à l'introduction de la charge.

Dans le deuxième appareil, composé d'un verrou et d'une vis, le verrou Q se trouve maintenu par la vis creuse S, comme le montre la figure 81, et le chargement peut facilement s'effectuer par le creux de la vis aussitôt que celle-ci, en se dévissant un peu, permet la sortie au verrou.

Dans les appareils de fermeture à verrou, il s'agit principalement de maintenir efficacement le

verrou en contact parfait avec la surface de frottement, et de pouvoir le démonter avec facilité après le tir. Nous venons d'indiquer comment on obtient ces résultats par deux clavettes superposées; mais il y a encore d'autres modes de construction sans complication trop embarrassante.

Dans les canons se chargeant par la culasse, nous distinguons, comme une construction spéciale, ceux dont la partie postérieure de l'âme forme la chambre de combustion.

Dans ce cas, le canon se compose généralement de deux parties essentielles : l'une formant la chambre et se détachant pour le chargement par derrière, reliée pendant le moment du tir avec la seconde par un mécanisme quelconque. Nous trouvons l'application de ce système surtout dans les armes de mousqueterie. Dans les canons anciens de petit calibre, le fond de l'âme B (fig. 82) est traversé par un cône tronqué C contenant la chambre K. En tournant ce cône au moyen d'une poignée extérieure H pour 90° en arrière, l'entrée de la chambre se présente en face de l'orifice O de la culasse, et le chargement peut s'effectuer sans difficulté; cette opération faite, le cône est replacé dans sa position primitive, et la chambre se trouve

alors dans une position identique à celle de l'âme R, la lumière Z se présente au milieu de l'orifice O de la culasse Y, et la pièce est prête à faire feu.

Pour faciliter le mouvement du cône et lui assurer en même temps une position stable au moment du tir, on donnait aux embases S et S′ reliées à l'axe du cône par les bras A A de la poignée, un renforcement conique sur les faces tournées vers l'âme du canon; mais on aurait obtenu le même résultat par un pas de vis G guidé par un bouton *b*.

Une autre application du système à chambre, — préférable pour les gros calibres, est représentée fig. 83. — La partie K est vissée par un filet plat S dans l'âme B du canon. — La partie de l'âme formant écrou ainsi que la vis ont six découpures correspondantes pour permettre d'introduire promptement cette dernière et sans avoir besoin de la tourner; — arrivée au fond la vis fait fonction par un sixième de révolution déterminé par un levier que l'on passe dans le trou *l* du bouton de la culasse. Pour la facilité du maniement, la partie K se trouve maintenue après le dévissage sur une glissoire qui permet de l'avancer et de la reculer à volonté.

Un autre système de chargement par la culasse

consiste dans une ouverture faite dans la culasse et livrant passage au projectile et à la charge, après quoi elle est fermée par un mécanisme représenté fig. 84. — La partie B forme par sa face *m n* le fond de l'âme, elle porte à sa partie supérieure deux poignées *h h* et est maintenue dans la culasse A par la vis D. La largeur du bloc B dépend du diamètre de l'âme du canon, mais elle doit être plus grande que celui-ci.

Un autre appareil de fermeture du même principe est représenté fig. 85 et 86. La charge est introduite par l'ouverture *a b c d* qui laisse le fond de l'âme intact. La partie A referme cette ouverture et se maintient par sa double forme en queue d'hironde *c d e f* et *g h i k*. Le verrou C empêche le soulèvement de la pièce A qui est retirée après le tir par la poignée H. La manivelle G commande une vis S tournant dans l'écrou *m* fixée dans l'embase B et servant à décaler après le tir la partie A, qui est retirée avec tout son mécanisme pour mettre à découvert l'ouverture *a b c d* pour l'introduction de la charge.

Comme on voit, toutes les constructions de fermeture de la culasse reposent sur des principes assez simples, mais elles deviennent de plus en plus

compliquées du moment que l'on tient à obtenir une fermeture hermétique et solide offrant toutes les facilités pour un chargement prompt et convenable.

LXXIV. — Conditions que doit remplir une fermeture de culasse.

Nous venons de mentionner dans le chapitre précédent plusieurs systèmes de fermeture de culasse sans toutefois faire une comparaison entre leur utilité respective ; il est donc nécessaire de dire que la bonté de l'appareil de fermeture dépend plus ou moins de la disposition et de l'exécution rationnelle des détails du mécanisme. On peut assez facilement juger de soi-même de la bonté d'un appareil de fermeture de culasse en vérifiant jusqu'à quel point il répond aux conditions que doit remplir une fermeture rationnelle. Ces conditions, dont on devra surtout tenir compte dans la construction d'un nouveau système de fermeture de culasse, se résument dans les points suivants.

1.) L'appareil ne doit dans aucun cas permettre

la fuite des gaz et, même par un tir continu, il ne doit pas se prêter à la formation de fissures dans les surfaces de contact, car, comme nous l'avons démontré pour la lumière, ces fissures détermineraient rapidement une dégradation sérieuse de l'appareil permettant au gaz de s'échapper au détriment de la force motrice-ballistique et de faire des dépôts de crasse qui nécessairement entraveraient le fonctionnement de l'appareil.

Il est de même évident que l'échappement des gaz exerce sur les parties respectives une pression plus ou moins grande suivant l'importance de la fuite, et que cette pression pourrait à un moment donné déterminer la rupture d'une partie de l'appareil de fermeture.

2.) Toutes les parties de l'appareil doivent être entre elles en contact intime. Cette condition n'ayant pas lieu, les vibrations au moment du tir exerceront une influence nuisible sur les parties dont les battements pourront même entraîner une rupture de la partie respective.

3.) Chaque partie du mécanisme de l'appareil de fermeture doit avoir une force suffisante pour résister aux efforts auxquels elle est exposée. Il faut donc, pour arriver à une construction rationnelle,

déterminer l'effort pour chaque partie de l'appareil; de même il faut donner à la culasse même, aux points où se fixe l'appareil, des dimensions qui garantissent la solidité de l'ensemble, d'où il résulte que le constructeur doit avant tout consciencieusement étudier la résistance des matériaux à employer.

4.) L'ouverture et la fermeture de l'appareil doivent se faire d'une manière facile et prompte et sans exiger des forces supérieures à celles offertes par les servants, de telle sorte que chaque partie du mécanisme puisse être maniée facilement par un seul homme. Il est donc nécessaire de soutenir les pièces lourdes telles que verrous, pistons, etc., par des glissoires ou guides, afin de diminuer autant que possible leur course en permettant un chargement prompt et facile. Les vis doivent avoir dans le même but des poignées et des découpures permettant l'introduction en ligne droite dans l'écrou.

5.) Le mécanisme de l'appareil de fermeture doit être des plus simples; car il est à redouter que sa complication ne cause quelque fausse manœuvre de la part des servants, que les effets nuisibles des secousses du tir n'endommagent son fonctionne-

ment et qu'il ne soit par trop exposé au feu de l'ennemi.

6.) L'appareil de fermeture ne doit pas inutilement augmenter ni le poids de la culasse, ni la longueur de l'âme du canon ; il doit être construit de sorte que l'affût du canon ne lui fasse pas obstacle dans le tir à grande élévation.

7.) Il doit finalement avoir la plus grande conservation facile et dans le cas d'une rupture il doit permettre facilement et promptement un rechange total ou partiel.

Il ressort des conditions sus-mentionnées, qu'il n'est pas possible d'établir un appareil de fermeture rationnel et parfait, et il dépendra dans les constructions des appareils notamment de l'expérience et de l'habilité du constructeur pour éviter les modifications plus ou moins grandes exigées par la pratique.

LXXV. — Mécanisme pour obtenir une fermeture hermétique de l'appareil.

Le fond de l'âme mobile doit se fermer hermétiquement pour que les gaz de haute pression ne

puissent s'échapper par derrière. Cette condition serait remplie en ajustant les surfaces de contact en les alésant semblablement à celles des soupapes, et en les maintenant dans un contact intime par une pression plus grande que celle produite par les gaz.

Mais il paraît que cet ajustage est insuffisant pour les parties en fer, probablement parce qu'au moment du tir elles subissent non-seulement une pression, mais une violente secousse et que les parois de l'âme ont des vibrations dans d'autres directions que celle du fond de l'âme.

On pourrait placer entre les deux surfaces de contact, pour obtenir une fermeture hermétique, des rondelles suiffées de drap, de feutre ou de carton; mais ce moyen tout en remplissant parfaitement la condition voulue n'offre aucune durée et les effets nuisibles des gaz les détériorent promptement.

De même on pourrait employer le plomb comme garniture, mais il est détérioré dans peu de temps et ne peut donc pas servir rationnellement pour la fermeture de culasse.

De tous les métaux c'est le cuivre rouge qui a justifié le plus de qualités pour l'établissement d'une fermeture hermétique. Ordinairement on fait appuyer cuivre sur cuivre en appliquant une

plaque de ce métal à la culasse et une garniture en forme d'anneau au mécanisme de fermeture ; de même on peut établir une fermeture hermétique au moyen d'un anneau *r* fig. 87, fixé à l'extrémité du piston mobile et coupé dans un point quelconque de sa circonférence. Au moment du tir l'anneau se trouve non-seulement pressé contre le piston de fermeture V, mais aussi contre les parois de l'âme garantissant de cette manière, par son épaisseur *k* et *k*, le joint du fond de l'âme.

Une fermeture très-ingénieuse consiste en un anneau *a b c d* coupé dans un point quelconque de la circonférence et logé dans un creux W de la partie V. La section de l'anneau forme un trapèze ou un triangle rectangulaire $a\ b\ c = d\ f\ e$. Les gaz pressent, au moment de l'explosion, sur la surface $a\ c = f\ c$, ce qui détermine une fermeture parfaite, attendu que la face *b c* autant que celle *a b* sont maintenues en contact intime et garantissent le joint de la fermeture ; mais ici comme plus haut l'anneau devra être remplacé après un certain nombre de coups tirés.

La cartouche elle-même peut aussi établir la fermeture hermétique de la culasse en possédant un fond en cuir, en feutre ou en carton, qui au

moment du tir se presse contre le fond de l'âme en garantissant le joint de fermeture. Dans le canon Whitworth se chargeant par la culasse, la charge de poudre se trouve logée dans une boîte en fer blanc qui s'ajuste exactement dans l'âme du canon. Au moment du tir la boîte se trouve pressée contre le fond mobile de l'âme du canon et forme de cette manière une fermeture hermétique. Après le tir et avant de recharger le canon, on retire la boîte au moyen de pincettes.

LXXVI. — DÉTAILS DES FERMETURES A VERROU ET A CLAVETTES.

Les détails des fermetures à verrou et les combinaisons de celles-ci avec les fermetures à clavettes, à vis ou à piston, varient suivant les dispositions générales des mécanismes de fermeture de culasse.

Nous avons déjà dit que la fermeture la plus simple consiste en une clef traversant les parois de l'âme du canon, et formant de cette manière un fond mobile.

Pour que ce système de fermeture remplisse les

conditions voulues et décrites dans le chapitre 74, il faut que la clef soit pressée fortement contre la surface de contact, et maintenue au moment du tir dans cette position, et qu'elle puisse être démontée avec facilité. Ce double but est atteint par l'application d'une vis de serrage, dont la forme et la fonction peuvent varier suivant les dispositions de l'appareil de fermeture. La fig. 89 *a* représente une coupe horizontale longitudinale d'un appareil de fermeture de ce système; la fig. 89 *b* représente la coupe transversale de ce mécanisme.

Le manche S avec le pas de vis *s* est relié au verrou K et finit en une poignée H, pour la facilité du démontage. Le pas de vis *s* engrène un écrou mobile *m* tournant dans le palier A par la poignée G. Le verrou n'a qu'une seule partie oblique; celle de *g h*, et il établit la fermeture de la culasse par la face rectangulaire à l'axe de l'âme du canon.

La longueur du verrou est ou un peu plus grande que le diamètre de l'âme B, ou, comme on le voit dans notre dessin, elle a plus de deux fois cette mesure, ayant une ouverture circulaire D qui permet le chargement par derrière sans avoir besoin

de retirer tout à fait le verrou. La culasse est renforcée extérieurement à la partie respective, de telle sorte que les sections *abgeg* et *cdg' fg'* offrent une résistance suffisante à la pression qu'exerce le verrou au moment de l'explosion de la charge sur les parois intérieures de la culasse.

La plaque *p* défend la sortie du verrou du côté opposé de la culasse. Pour opérer le chargement du canon, on tourne la poignée G, ce qui a pour résultat de faire sortir le manche S avec son pas de vis *s* de l'écrou *m* entraînant le verrou, que l'on retire alors par la poignée H jusqu'à ce que son dos vienne s'appuyer contre l'écrou; l'ouverture circulaire D fait alors suite à l'âme du canon et la charge est introduite par derrière, après quoi il suffit de repousser la poignée H et de fixer définitivement le verrou par la poignée G.

On peut de même établir la vis de serrage du côté opposé comme le montre la fig. 90. Dans ce cas, la clef K est munie d'une poignée H et d'un orifice D semblablement à la dernière description. La vis S tourne par sa partie cylindrique unie *s* dans le palier fixe A au moyen de la manivelle G, et se visse dans la partie taraudée *m* du verrou K. En tournant par conséquent la manivelle G la clef

se démonte et la vis sort de l'écrou ; on retire alors la clef par la poignée H jusqu'à ce que la partie *n'* se heurte contre la plaque *n*. Dans cette position l'ouverture circulaire D livre passage à la charge qui peut être introduite par derrière. La fermeture a lieu semblablement à la précédente description — la clef poussée par la poignée H est fixée définitivement par la manivelle G.

La fermeture hermétique s'établit soit par un fond élastique de la cartouche, soit par un anneau en cuivre *r* fig. 89 *a* ou autrement.

La fermeture de culasse devant se faire au moyen d'un piston, il faut qu'il puisse augmenter de diamètre après son introduction dans l'âme, et qu'il soit maintenu comme nous l'avons déjà dit plus haut, ou par frottement, ou par une clavette, ou par un verrou afin qu'il ne soit pas rejeté par le choc des gaz. Dans le dernier cas où l'on emploie le verrou, on peut lui donner une section cylindrique ou prismatique représentée planche VI, fig. 97 à 100, ou fig. 101 à 103. Le piston est généralement de forme cylindrique avec une partie conique S comme le montre la fig. 100, ou il forme un cône tronqué, logé dans un creux de forme semblable au moyen d'une tige T qui

peut être mobile ou fixe. Dans le premier cas, le piston est muni dans le milieu de sa partie postérieure d'une excavation taraudée, formant écrou pour la vis au bout de la tige T. Par cette disposition, on n'obtiendra que rarement un contact intime entre le piston et le verrou, ce qui a l'inconvénient d'exposer ce dernier aux chocs des gaz, chocs qui se transmettent ensuite aux parois de la culasse, et qui peuvent finalement déterminer sa rupture. Pour parer à cet inconvénient, on peut employer en place du verrou une clavette K, fig. 97, 98 et 99, ou serrer le piston contre le verrou et celui-ci contre les parois au moyen d'une vis *m* taraudée sur la tige même du piston (voir fig. 101, 103 et 104). Pour livrer passage à la tige, le verrou doit avoir une découpure *a*, fig. 102, formant fourche, ou la tige doit former un anneau *a*, fig. 104, donnant passage au verrou. L'écrou *m* muni de poignées s'appuie sur la boîte T, fig. 103. Cette boîte est fixée de telle sorte à la partie postérieure de la culasse, qu'après avoir retiré le piston qui s'y loge, elle tourne autour d'une charnière *c* et ouvre un passage pour l'introduction de la charge.

Les dispositions pour une fermeture composée

de deux clavettes formant verrou sont représentées planche V, fig. 80 *a* et fig. 80 *b*.

La fig. 80 *a* montre une coupe longitudinale par l'axe du canon et la fig. 80 *b* une coupe transversale de la culasse derrière le verrou.

Les deux clavettes *a* et *b*, fig. 80, sont en contact par leurs faces obliques et forment, reliées par la vis *c*, le verrou de l'appareil de fermeture commandé par la poignée G.

La vis *c* ne s'engage avec sa partie taraudée que dans la clavette antérieure *b*, sa partie renforcée S tourne dans l'épaisseur de la seconde clavette et la partie cylindrique *t* de la vis tourne dans la plaque A et porte la double poignée G.

En tournant cette poignée, la vis *c* fait reculer la clavette antérieure *a*, ce qui constitue une diminution de l'épaisseur du verrou, qui dans cette condition est facile à retirer. Les saillies *n n* venant butter contre la plaque *n' n'* les ouvertures circulaires *m* viennent faire suite de l'âme du canon en permettant l'introduction de la charge. La fermeture se fait dans les mêmes conditions que pour l'appareil représenté fig. 90.

Pour déterminer les dimensions d'un verrou qui doit résister avec sécurité à la pression des

gaz, on peut procéder de la même manière qu'au chapitre 60.

Le piston par une pression suffisamment grande tend à déterminer la rupture du verrou aux points d'appui.

Désignant par a la longueur d'un verrou prismatique, par b son épaisseur ou par r le rayon d'un verrou cylindrique, par q la pression des gaz par pouce carré, par r_1 r_1 le rayon de l'âme dans la culasse et par m le coefficient de la résistance absolue, nous aurons en $2\ a\ b$ ou $2\ \pi\ r^2$ la section des surfaces de rupture aux points d'appui, en $\pi\ r_1^2 q$ la pression des gaz sur le piston et en $2\ a\ b\ m$ ou $2\ \pi\ r^2\ m$ la résistance opposée par le verrou à la rupture.

En ne portant en calcul pour une sécurité parfaite, que 1/4 m il suit de :

$$\pi\ r_1^2\ q = {}^1/_2\ a\ b\ m$$

ou de

$$\pi\ r_1^2\ q = {}^1/_2\ \pi\ r^2\ m :$$

$$a\,b = \frac{2\pi r_{,}^{2} q}{m},$$

ou

$$1) \qquad r = 1{\cdot}414\, r_{,} \sqrt{\frac{q}{m}}.$$

Comme la largeur a doit être un peu plus grande que 2 r, on peut sans atteinte à la résistance du verrou mettre $a = 2\,r_{,}$ et on aura alors pour l'épaisseur du verrou :

$$2) \qquad b = \frac{\pi r_{,} q}{m}.$$

En posant comme exemple $r_{,} = 2.9$ pouces, $q = 15{,}000$ livres et pour un verrou en fer forgé $m = 50{,}000$ par pouce carré de surface de rupture, nous trouverons comme rayon d'un verrou cylindrique :

$$r = 1{\cdot}414.2{\cdot}9 \sqrt{\frac{15000}{50000}} = 2{\cdot}25 \text{ pouces.}$$

ou comme épaisseur d'un verrou prismatique :

$$b = \frac{3\cdot1416 . 2\cdot9 . 15000}{50000} = 2\cdot73 \text{ pouces.}$$

En admettant un contact parfait entre le verrou et les parois de la culasse, il est encore exposé à être écrasé comme un fond d'âme trop faible. Dans ce cas, nous aurions pour surface de rupture $2 \pi r_{,} b$ et en supposant encore une sécurité quadruple contre la rupture nous trouvons par :

$$\pi r_{,}^{2} q = {}^{1}/_{2} \pi r_{,} b m$$

l'épaisseur du verrou comme étant :

$$b = \frac{2 r_{,} q}{m}.$$

Admettant que le point d'attaque de la force se trouve dans la résultante de la pression des gaz $\pi r_{,}^{2} q$ ligne identique à l'axe de l'âme du canon, il y aurait deux sections de rupture du verrou à considérer, l'une dans le sens de la circonférence de l'âme, l'autre dans le sens du diamètre de l'âme ; la première serait $2 \pi r_{,} b$ et la seconde $2 r_{1} b$.

L'épaisseur du verrou calculée en dernier lieu ne suffirait donc plus pour empêcher sa rupture, et pour déterminer dans ce cas son épaisseur, nous avons comme moment de rupture dans le sens de la circonférence de l'âme :

$$\frac{1}{6} m \cdot 2 \pi r_{,} b^2$$

et comme moment de rupture dans le sens du diamètre de l'âme :

$$\frac{1}{6} m \cdot 4 r_{,} b$$

et

$$\pi r_{,}^2 q \cdot r_{,}$$

comme moment de la force tendant à la rupture.

Ne portant encore en calcul que 1/4 *m* pour obtenir une sécurité quadruple nous aurons par l'équation :

$$\pi r_{,}^2 q = \frac{1}{24} m r_{,} (2\pi + 4) b^2$$

3) $$b = r_{,} \sqrt{\frac{12 \pi q}{(\pi + 2) m}} = 2{\cdot}708 \, r_{,} \sqrt{\frac{q}{m}}.$$

Mais comme on peut considérer la force tendant à la rupture comme agissant uniformément sur toute la surface $\pi r_{,}^{2}$ et comme la résistance du verrou devient dans ce cas le double du cas précédent, nous aurons :

4) $$b = r_{,} \sqrt{\frac{6 \pi q}{(\pi + 2) m}} = 1{\cdot}915 \, r_{,} \sqrt{\frac{q}{m}}.$$

Mettons encore comme exemple pour $r_{,} = 2.9$ pouces, pour $q = 15{,}000$ livres et pour m le coefficient de rupture du fer $= 80{,}000$ nous trouvons d'après l'équation 3)

$$b = 2{\cdot}708 \, . \, 2.9 \sqrt{\frac{15000}{80000}} = 3{\cdot}4 \text{ pouces}$$

et d'après la formule 4)

$$b = 1{\cdot}915 \, . \, 2{\cdot}9 \sqrt{\frac{15000}{80000}} = 2{\cdot}4 \text{ pouces.}$$

Pour avoir une garantie suffisante contre la rupture des verrous, on choisira l'équation 3) et pour l'exemple donné l'épaisseur $b = 3.4$ pouces.

La diminution de résistance des parois occasionnée par la découpure *a b c d* fig. 89 *b* servant de passage au verrou exige, pour prévenir avec sécurité une rupture des parois de la culasse, un renforcement tel, que les sections $a\,b\,e + c\,d\,f$ puissent offrir une résistance suffisante à la pression exercée par le choc des gaz et transmise par l'intermédiaire du piston et du verrou. Ce renforcement peut être une augmentation du diamètre extérieur de la culasse ou consister en bosses *g g*.

Désignant par *r* le rayon de l'âme dans la culasse; par *q* le maximum de la pression des gaz par pouce carré de section; par *m* le coefficient de la résistance absolue du métal et par F le minimum de la section restante des parois de la culasse soit $a\,b\,e + c\,d\,f$, il faut pour prévenir la rupture que :

$$\frac{1}{4}\, m\, F = \pi\, r^2\, q$$

d'où il suit que

$$F = \frac{4 \pi r^2 q}{m}$$

La section des parois de la culasse dans le passage de la clavette devenant plus petite que $\frac{4 \pi r^2 q}{m}$ le renforcement doit sûrement la porter à la valeur

$$F = \frac{4 \pi r^2 q}{m}$$

Derrière la clavette ou le verrou, il doit rester une longueur suffisante de la culasse afin de prévenir une rupture dans le sens longitudinal.

Désignant par $a\ b = c\ d = l$ la longueur du passage de la clavette et par $l_{,}$ la longueur de la culasse derrière le verrou, nous trouverons comme sections de résistance contre la rupture $2\ l\ l_{,}$ et il faut pour une résistance suffisante que :

$$2\ l l_{,} . \, {}^{1}/_{4}\, m = \pi r^2 q,$$

c'est-à-dire que la longueur de la culasse derrière la clavette ou le verrou soit :

$$l_{,} = \frac{2\pi r^2 q}{l m}$$

Il ressort de la description des appareils de fermeture de culasse, que la partie postérieure des canons se chargeant par la culasse malgré le manque du bouton de culasse des canons se chargeant par la bouche pèse plus lourd que celle de ces derniers. La longueur du piston de fermeture n'excède pas la moitié de l'épaisseur de parois de la culasse.

Les vis à pression doivent résister parfaitement aux chocs du tir ; mais comme la force exercée à la poignée ne dépasse jamais celle d'un homme, elles peuvent être de dimensions moyennes.

Dans les appareils de fermeture à clavette il nous reste encore à déterminer la marche de la clavette ou l'importance de sa partie oblique. Généralement la clavette n'a qu'un seul côté oblique, tandis que l'autre établissant la fermeture est perpendiculaire à l'axe de l'âme du canon. Les deux côtés de la clavette forment l'angle φ. La résultante de la pression des gaz agissant perpendiculairement sur le côté antérieur de la clavette et formant avec le côté postérieur l'angle φ ; nous trouverons en dé-

composant cette force R deux forces Q et S dont la première Q agit perpendiculairement sur le côté postérieur de la clavette, tandis que la seconde S agit parrallèlement à la première.

La force $Q = R \cos \varphi$ détermine la pression perpendiculaire du côté postérieur de la clavette contre les parois de la culasse, et la force $S = R \sin \varphi$ cherche à pousser la clavette parrallèlement aux parois. Le frottement entre les surfaces de contact s'oppose à ce mouvement et en désignant par f le coefficient de frottement et par $R = \pi r_{,}^{2} q$ la pression des gaz sur le côté antérieur de la clavette, nous aurons pour ce frottement la valeur

$$f R \cos \varphi.$$

Etant $R \sin \varphi > f R \cos \varphi$ ou $\text{tang}\ \varphi > f$ la pression des gaz chassera la clavette, mais étant tang $\varphi \leqq f$ la clavette résistera à toutes les valeurs de la force R.

On pourrait donc construire la clavette de telle sorte que le choc du tir même la fasse reculer un peu pour faciliter son démontage, mais pour le cas où l'on désire la maintenir inébranlablement il

faudrait toujours que la tangente de l'angle φ soit un peu plus petite que le coefficient de frottement *f*.

Le coefficient de frottement sur fonte est d'environ 0.16 ; celui de fer sur fonte de 0.13 et celui de fer sur bronze de 0.17. Pour ces métaux l'angle φ doit par conséquent être plus petit que 7.5 à 10 degrés ou la mesure du côté oblique de la clavette doit être plus petite que 1/8me ou 1/6me de la longueur. Le poids propre P de la clavette et le frottement *f* P qui en résulte s'oppose de même au mouvement de la clavette.

L'état des surfaces de frottement exerce naturellement une grande influence sur la valeur du coefficient *f*, valeur qui varie suivant que ces surfaces sont brutes, polies ou graissées.

LXXVII. — DÉTAILS DES APPAREILS DE FERMETURE A VIS.

Les mécanismes des fermetures à vis sont aussi simples que les fermetures à verrous, et, construits rationnellement, ils sont même plus simples que les fermetures à clavettes, toutefois ils ont un inconvénient, c'est que le dévissage du couvercle ou fond de culasse demande plus de temps que

le démontage des autres systèmes. On devra donc avoir soin de construire la vis de manière à faciliter le plus possible le montage et le démontage. Le pas de vis est encore exposé aux dégradations, soit par les chocs du tir, soit par la crasse qui se dépose entre les filets, soit enfin par la rouille; par conséquent le taraudage et la conservation de la vis demandent des soins spéciaux.

L'application de la vis rencontre des obstacles sérieux, dans le cas où la partie postérieure de la culasse sert d'écrou. Dans ce cas, le pas de vis étant à l'air, il pourrait s'y loger pendant le chargement du canon toute espèce de matières qui empêcheraient la fermeture du couvercle.

Le piston ou couvercle de fermeture se fixe au moyen d'une manivelle, et tourne pour la facilité du démontage dans une charnière qui, placée de côté, livre passage au chargement de la pièce.

Pour arriver à une solidité parfaite, il faut que l'arête vive du pas de vis soit assez prononcée pour que le sinus de l'angle d'inclination de la ligne spirale et de l'axe de la vis ne soit pas plus grand que le coefficient de frottement entre le métal de la vis et celui de l'écrou. Pour les taraudages à filets plats, c'est la tangente correspon-

dante qui doit être inférieure au coefficient de frottement.

Désignant par $a\,b = r$, fig 75, le rayon de la vis dans le fond du pas, par $a\,c = R$ le rayon extérieur, par a le rayon moyen, par $c\,d = h$ la hauteur d'un filet de vis, par φ l'angle d'inclinaison formé par la ligne spirale à la circonférence de la vis et une ligne génératrice parallèle à l'axe de la vis, et par f le coefficient de frottement, nous aurons

$$a = \tfrac{2}{3}\,\frac{R^2 + Rr + r^2}{R + r},$$

et

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{h}{2\,\pi\,a}.$$

Pour éviter que la vis ne soit tournée par une pression agissant parallèlement à son axe, nous devons avoir pour les filets à arêtes vives

$$\sin \varphi < f$$

pour le pas de vis à filets plats

$$\tang \varphi < f$$

ou

$$\frac{h}{2 \pi a} < f$$

On pourrait construire la vis de telle sorte que la pression des gaz déterminât le dévissage ; pour cela il faudrait que *sin* φ ou *tang* φ soit égal au coefficient f ou un peu plus grand. Mais il paraît douteux que la pratique sanctionne cette application, vu les éléments différents qui influent sur la marche de la vis sans être parfaitement déterminés par le calcul.

Les coefficients de frottement des métaux le plus en usage ayant été donnés plus haut, il faut qu'ici l'angle φ soit plus petit que 7 ½ à 10 degrés.

Pour éviter que les filets de la vis ne soient arrachés par la pression des gaz, il faut donner une longueur suffisante à la partie de la vis engagée dans l'écrou.

La surface de résistance est représentée par la

somme des bases des filets, et pour déterminer la force qui arracherait la vis de l'écrou, nous désignons par l la longueur minimum de la vis, par h la longueur du pas de la vis, par r le rayon de la vis dans le fond du pas, par n le nombre des filets, par m le coefficient de la résistance absolue, et par $Q = \pi\, r_{,}^2\, q$ la valeur de la pression des gaz sur le piston de fermeture, nous trouverons pour les filets à arêtes vives $2\,\pi\, r\, l$ comme étant la surface de résistance, et $2\,\pi\, r\, l\, m$ comme étant l'expression de la résistance du métal contre l'arrachement. Portant en calcul seulement $^1/_{10}\, m$ pour obtenir une sécurité décuple nous aurons l'équation :

$$^1/_5\, \pi\, r\, l\, m = \pi\, r_{,}^2\, q,$$

d'où il suit :

$$l = \frac{5\, r_{,}^2\, q}{r\, m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

Pour la vis à filets plats la surface de résistance n'est que moitié, l'épaisseur du filet étant $^1/_2\, h$ — elle est encore moindre pour le cas où cette épais-

seur est, comme il y a lieu généralement, plus petite que la mi-longueur du pas. Désignant cette épaisseur par e, la surface de résistance pour n pas de vis serait $= 2\,\pi\, r.\ e.\ n,$ et la résistance contre l'arrachement $= 2\,\pi\ r.\ e.\ n.\ m.$ Pour une sécurité décuple nous aurons :

$$\frac{1}{5}\pi\, r\, e\, n\, m = \pi\, r_{,}^{2}\, q\,;$$

d'où

$$n = \frac{5\, r_{,}^{2}\, q}{r\, e\, m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (2$$

Nous allons déterminer les dimensions d'une vis de fermeture de construction semblable à celle représentée fig. 75 ; dans ce but posons $r_{,} = 2$ pouces, $r = 2{\cdot}25$ pouces, $q = 20000$ livres par pouce carré, $m = 500{,}000$ livres et nous aurons pour une vis à filets aigus d'après l'équation 1)

$$l = \frac{5.\ 4.20000}{2{\cdot}25.50000} = 3{\cdot}56 \text{ pouces}$$

La longueur d'une vis à filets plats ayant la

même résistance, serait au moins de 7.12 pouces et en tenant compte des découpures pour la facilité d'introduction la longueur devrait être d'environ 14 pouces.

On voit que les vis à filets plats dans des conditions identiques n'ont que la moitié de la résistance des vis à filets aigus.

Pour ces dernières, la longueur *h* du pas de vis, — R désignant le rayon extérieur en pouces, — est généralement admise comme étant :

$$h \text{ pouces} = 0{\cdot}16\ R + 0{\cdot}04$$

et *t* la profondeur du filet comme étant :

$$t = 0{\cdot}63\ h$$

Mettant comme exemple pour une vis à filets aigus R = 2·52 pouces, nous aurons pour la hauteur du filet h = 0·44 pouces et le piston de fermeture de 3·56 pouces de longueur aurait au moins $\frac{l}{h} = \frac{3{\cdot}56}{0{\cdot}44} = 8$ tours de filets nécessitant 8 révolutions de la manivelle pour le démontage du piston, ce qui exigerait à coup sûr un laps de temps trop

grand. On tâchera donc d'allonger le pas de vis et comme limite nous aurons :

$$\frac{h}{2\pi a} < f \text{ ou } h < 2\pi a f$$

Étant $a = 2{\cdot}4$ pouces et $f = 0.13$ pouces, il faut que $h < 1.96$ pouces, pour que le piston ne soit mu par une pression agissant dans le sens longitudinal. Il s'en suit que l'on peut choisir pour la longueur du pas entre $h = 0.44$ pouce et $h = 9.94$ pouces — de même on peut construire la vis à double filet de telle sorte que le démontage s'effectue par 3 à 4 révolutions de manivelle.

Pour les filets plats on pose généralement :

$$h = 0{\cdot}18 \text{ R} + 0{\cdot}08 \text{ pouces}$$

et

$$t = 0{\cdot}086 \text{ R} + 0{\cdot}07 \text{ pouces}$$

Étant $R = 2{\cdot}52$ pouces et $l = 7{\cdot}12$ pouces, on aura :

$$h = 0{\cdot}45 \text{ pouces}$$

et

$$\frac{l}{h} = \frac{7{\cdot}12}{0{\cdot}45} = 15{\cdot}82,$$

ou 16 pas de vis. Mais comme h est limité par 0.45 pouce et 1.96 pouce on peut construire la vis à filets plats en employant la plus grande longueur du pas, de telle sorte que le dévissage s'effectue en 4 à 5 révolutions de manivelle.

Le dévissage du piston de fermeture s'effectue au moyen d'une manivelle dont les dimensions doivent résister aux vibrations produites par le tir.

Le piston se démonte avec facilité attendu qu'après le tir il ne subit aucune pression.

Dans les fermetures à couvercle, la vis peut être construite d'après les indications ci-dessus fournies.

Le couvercle D, fig. 78, se visse sur la partie postérieure de la culasse taraudée extérieurement. Comme le diamètre de la vis est ici deux fois plus grand que le diamètre de l'âme du canon, la résis-

tance des filets sera augmentée en conséquence, ce qui permet de diminuer la longueur de la vis. L'épaisseur du couvercle doit résister à la pression des gaz et son fond, qui représente ici le fond de l'âme, doit surtout être d'une solidité parfaite, devant résister directement au choc produit par l'explosion de la charge. Les dimensions de ces parties se déterminent de la même manière que les épaisseurs de parois de la culasse et du fond de l'âme du canon se chargeant par la bouche.

Pour éviter le démontage complet du couvercle, il est maintenu, après avoir été dévissé, dans un anneau fixé au côté de la culasse qui permet de le tourner latéralement, de manière à ouvrir un passage pour le chargement de la pièce. Ce mouvement s'effectue au moyen d'une poignée fixée dans le milieu du couvercle.

Comparé aux autres systèmes, l'appareil de fermeture à couvercle est très-simple, il peut être construit très-solidement et ne donne pas lieu à l'inconvénient signalé plus haut, c'est-à-dire que son fonctionnement n'est pas entravé par les dépôts de crasse ou par l'écouvillonnement du canon ; de même il n'exige pas une augmentation de longueur de la culasse et son poids devient par conséquent

insignifiant ; il s'applique avec les mêmes avantages aux petits calibres et aux gros calibres. La vis excentrique, fig. 79, peut être construite d'après les données précédentes, le nombre de filets et la longueur du pas n'influant ici en rien sur la promptitude du démontage ; pour livrer passage à l'introduction de la charge il suffit de lui faire faire un demi-tour. L'application de ce système se recommande surtout là où l'on veut obtenir la plus grande rapidité dans le tir, toutefois il est à remarquer que malgré cet avantage il a l'inconvénient d'augmenter inutilement, pour les gros calibres surtout, le poids de la culasse et que la pression des gaz agissant sur une face excentrique affectera les filets de la vis d'une manière inégale, ce qui déterminera une détérioration assez rapide de la vis.

La vis creuse S de l'appareil de fermeture à verrou, fig. 81, doit résister à la pression des gaz, ses dimensions doivent être déterminées en conséquence. Pour fixer le verrou Q ou pour lui permettre la sortie il suffit d'un seul tour de vis.

Le creux de la vis correspond au calibre du canon et permet le chargement après le démontage du verrou. Le fonctionnement de la vis est à l'abri de l'inconvénient signalé plus haut et il est facile

de lui assurer une résistance suffisante par une construction rationnelle.

LXXVIII. — L'APPAREIL DE FERMETURE A ROBINET.

Cet appareil permet une grande variation dans les détails.

Ses parties principales sont un cône tronqué perforé horizontalement et logé dans une partie creuse de la culasse. Au moyen d'un bras de levier, ce cône peut être tourné de manière à former la continuation de l'âme du canon.

La fig. 82 représente un appareil de fermeture de ce système. Le chargement effectué par l'orifice pratiqué dans la culasse, le cône est tourné et sa partie massive venant boucher cet orifice, la pièce est prête pour le tir.

Imaginons-nous que l'orifice O de la culasse se trouve à sa partie postérieure et que le cône C soit perforé de part en part.

La fig. 82 représente cette disposition en lignes pointillées *e f g h* pour l'orifice de la culasse et *c d e' f* pour la perforation complète du cône. Les

autres détails ont été décrits dans un chapitre précédent.

En tournant la poignée H vers l'avant pour 90 degrés, la perforation K du cône se place dans l'axe de l'âme R du canon et par conséquent dans celui de l'orifice *e f g h* de la culasse. Dans cette position le chargement du canon peut, comme on voit, s'effectuer sans difficulté, après quoi, la poignée H rentrant dans sa position primitive bouche l'orifice de la culasse par la partie massive du cône. La lumière se trouve dans ce cas dans l'épaisseur de la paroi de culasse.

Pour le maintien du cône il existe, comme nous l'avons déjà expliqué plus haut, deux plaques *f f*, ou un pas de vis G guidé par un bouton *b*.

La fig. 91 de la planche V montre la coupe longitudinale d'un appareil de fermeture à robinet avec cône sphérique perforé horizontalement.

Le canon R se trouve foré d'outre en outre et dans sa culasse élargie est logé le cône sphérique W tournant au moyen de la poignée H autour de son axe perpendiculaire *a x* maintenu par la tige *w* et la vis *z*.

Pour résister au choc du tir et pour établir une fermeture hermétique, le cône est pressé contre la

partie B de l'âme par la vis S dont le creux D fait suite à l'âme de la pièce. La surface de contact *c d e f* est sphérique comme le cône lui-même. Les deux petits creux *o o* servent pour tourner la vis au moyen d'une clef.

Dans la position représentée dans la fig. 91, la perforation D' du cône se trouve perpendiculaire à l'axe de l'âme du canon et il y a fermeture par les parties massives du cône, mais en le tournant par la poignée H pour 90 degrés cette perforation se place dans l'axe du canon faisant suite et intermédiaire entre D et B.

Dans cette position le chargement du canon peut facilement s'effectuer. La fermeture hermétique se fait ici par un anneau sphérique *g h i k* appliqué sur la face plane *g h* du cône. La lumière *i l* se trouve dans l'épaisseur de la paroi du canon un peu en avant de l'anneau de fermeture.

LXXIX. — L'appareil de fermeture a piston.

L'appareil de fermeture à piston est assez simple dans son principe et consiste en un piston formant

le fond de l'âme du canon, maintenu par un mécanisme quelconque. Il sera facile de munir la partie cylindrique du piston extérieurement d'un pas de vis qui corresponde au taraudage pratiqué dans l'intérieur de la partie postérieure de la culasse comme nous l'avons déjà dit plus haut pour les appareils à vis (voir fig. 77).

Il n'est pas rigoureusement nécessaire d'établir un pas de vis à l'extérieur du piston, il suffira pour le but que l'on se propose de munir le piston d'ailettes qui se logent dans des excavations correspondantes pratiquées dans la culasse. Ces ailettes ont des découpures permettant une prompte introduction dans la culasse et qui empêchent le piston de reculer.

Nous représentons, planche V, fig. 92, un système semblable dans le principe, construit par le lieutenant de vaisseau suédois Engstrom.

La partie gauche de la figure représente une coupe longitudinale suivant l'axe de l'âme et montre l'appareil de fermeture, la partie droite de la figure représente une coupe transversale prise derrière le piston de fermeture K.

Le canon est foré d'outre en outre et élargi coniquement dans sa culasse pour recevoir le piston

et ensuite cylindriquement suivant le diamètre du piston et des ailettes.

Le piston K s'adapte par sa partie conique aux parois de l'âme du canon. Ses deux ailettes *l l* se logent contre le bord *a a* qui est la base de la résistance. La partie antérieure du piston est creusée sphériquement et munie d'un anneau de fermeture *r* en cuivre rouge. Le piston se démonte au moyen de la tige S. La partie A de la culasse a deux découpures rectilignes de la section des ailettes leur livrant passage pour l'introduction du piston. La tige S porte au bout la poignée G et les écrous *m m* avec lesquels on peut tourner le piston et le retirer de la culasse dans la boîte T qui pivote autour du boulon *e f* de telle sorte que le chargement du canon puisse s'effectuer avec facilité.

LXXX. — L'APPAREIL DE FERMETURE A CHAMBRE.

La fig. 82 montre une fermeture à chambre qui se compose principalement d'un fond mobile à chambre vissé dans la culasse du canon. Pour effectuer le chargement il faut démonter cette pièce

qui alors se charge pour ainsi dire par la bouche. Ce mode de chargement n'a pas les avantages caractéristiques du chargement par la culasse, il permet toutefois une construction très-simple et solide et se recommande par conséquent pour les gros calibres et les pièces longues. L'avantage cardinal de ce système c'est que la chambre et le fond de l'âme sont d'une seule pièce, ce qui permet de les construire d'une solidité extrême et offrant une grande durée de conservation. Il est à remarquer toutefois que le joint formé par la chambre et le canon doit être soigneusement ajusté si on ne veut pas voir se produire les mêmes effets destructifs mentionnés plus haut par l'action des gaz à haute température et qui par leur extrême pression savent se frayer un chemin par la moindre fissure.

L'intérieur de la chambre se construit d'après les indications données au chapitre 49 ; quant à l'extérieur de la culasse il est semblable à celui d'un canon se chargeant par la bouche. Le moyen le plus simple de relier le fond de l'âme à la chambre du canon paraît être la vis, toutefois, il y a plusieurs méthodes pour atteindre ce but. La vis peut être construite d'après les indications données plus haut. Nous ne décrivons point ici les autres moyens

de relier la culasse au canon, car ils ne nous paraissent pas posséder les qualités rationnelles nécessaires.

La culasse étant d'un poids assez considérable surtout pour les gros calibres, ce système exige un appareil mécanique spécial pour son maniement. Cet appareil augmente considérablement le poids du canon et sacrifie la simplicité du système par rapport à son service.

LXXXI. — Fermetures de culasse par le coté.

Les appareils de fermeture par le côté offriraient des avantages notables pour le chargement de la pièce si leur défectuosité n'avait été reconnue par la pratique.

Il est évident qu'il suffit pour l'opération du chargement de poser la charge dans la culasse découverte et de la refermer. L'ouverture et la fermeture sont des opérations d'une grande simplicité. Elles peuvent s'exécuter, semblablement à un tiroir dans le sens longitudinal et dans celui de la circon-

férence. La grande difficulté c'est de parvenir à une fermeture hermétique et solide.

L'appareil représenté planche V, fig. 84, a été employé primitivement par Amstrong, pour ses canons se chargeant par la culasse, et c'est lui qui provoqua probablement la construction de l'appareil de fermeture à verrou avec vis creuse représenté fig. 81.

Comme on voit, cette fermeture par le côté augmente sensiblement la longueur de la culasse, en augmentant de même son poids sans faciliter en proportion l'opération du chargement suivant notre dire au début de ce chapitre.

Les fig. 85 et 86 représentent un projet d'appareil de fermeture par le côté et à ce sujet nous renvoyons aux détails donnés dans un chapitre précédent.

Nous décrirons dans les chapitres suivants les appareils de fermeture les plus remarquables à titre de renseignements techniques pour la construction des canons se chargeant par la culasse.

LXXXII. — APPAREIL DE FERMETURE A CHAMBRE, SYSTÈME SCHENKEL-EASTMANN.

Nous représentons, pl. VI, fig. 93 à 96, l'appareil de fermeture à chambre, inventé par le mécanicien allemand Schenkel, et exécuté par l'Américain Eastmann.

La fig. 93 représente l'élévation et la fig. 94 le plan du canon ; la fig. 95 montre la vis à chambre et la fig. 96 la partie postérieure de la culasse dans laquelle est fixée la vis.

La fermeture s'effectue par la vis A. Cette vis est creuse et forme la chambre ; le pas de vis a trois découpures *b* rectilignes et parallèles à l'axe de l'âme du canon, larges chacune de $^1/_6$ de la circonférence de la vis (voir fig. 95.)

La partie taraudée de la culasse formant l'écrou B, fig. 96, a des découpures correspondantes *b'*. L'introduction de la vis se fait sans difficulté en plaçant une découpure de la vis en face d'une des parties *c'* de l'écrou, et en tournant la vis pour $^1/_6$ de tour les filets $c\,c^1$ s'engrènent et établissent un assemblage solide.

Le mouvement de translation rectiligne de la vis qui pèse presque $^1/_3$ du poids total du canon, s'effectue au moyen de deux pignons et de deux crémaillères. La chambre est garnie extérieurement d'un anneau *r*, relié des deux côtés aux pignons qui, à leur face extérieure, sont munis de deux tiges *z* pour recevoir les manivelles.

La vis A tourne dans un anneau et est munie à sa partie postérieure d'un bouton de culasse T. On tourne la vis au moyen d'un levier passé dans le trou du bouton de la culasse. Pour limiter le mouvement de la vis, on la fait butter par la saillie *v* contre le bord *n* de l'anneau.

Le chargement de la pièce s'effectue donc en tournant d'abord la vis jusqu'à ce que sa sortie puisse être obtenue par l'action des pignons. La charge est introduite dans la chambre en faisant baisser le bouton de la culasse et la vis à chambre se referme dans la culasse de la manière indiquée.

Une commission d'officiers d'artillerie a fait, à Boston et à South-Boston, des essais en 1853, avec un canon rayé muni de cet appareil de fermeture ; les résultats obtenus furent satisfaisants.

En 1855, le gouvernement anglais acheta six canons en fonte de ce système. Les calibres étaient

de 6 et 8 pouces, la longueur totale de l'âme, 11 pieds 5 pouces et le poids d'un canon 83 quintaux. Ces canons avaient cinq rayures d'égale largeur.

LXXXIII. — APPAREIL DE FERMETURE, SYSTÈME CAVALLI.

Nous représentons, fig. 97 à 100, l'appareil de fermeture à clavette construit en 1846 par le major d'artillerie italien Cavalli. La fig. 97 représente une coupe transversale du canon par sa culasse, la fig. 98 une coupe longitudinale horizontale, la fig. 100 montre la culasse du canon coupée horizontalement, la clavette de l'appareil est retirée, mais la tige du piston de fermeture est figurée.

Les mêmes lettres marquent, dans toutes les figures, les parties respectives.

La partie B a une découpure rectangulaire perpendiculairement à l'arc de l'âme pour recevoir la clavette K. Le côté oblique de cette découpure se trouve vers l'arrière.

La clavette K en fer forgé établit la fermeture de la culasse par sa face rectangulaire — son côté

oblique correspondant à celui de la découpure se trouve vers l'arrière. Sa longueur suffit justement pour établir une fermeture convenable de l'âme du canon. La tangente de l'angle d'inclinaison du côté oblique avec le côté perpendiculaire est de $^1/_8$ et égale au coëfficient de frottement entre la fonte et le fer. Cette disposition est prise pour empêcher que le choc des gaz ne fasse bouger la clavette et que d'un autre côté elle ne soit trop serrée contre les parois.

Les trois petites têtes de vis *s, s, s*, dont la clavette est munie à sa face inférieure, ont la mission d'empêcher l'adhérence de la clavette au fond de la découpure. La face postérieure de la clavette est munie d'un trou *z* permettant l'introduction d'un levier pour obtenir un démontage facile après le tir.

Les deux bouts de la clavette sont munis de poignées *h h* dont la plus grande, placée au petit bout, est reliée au canon par une chaîne *k* dont la longueur limite le mouvement de la clavette de telle sorte qu'elle l'empêche de sortir tout à fait de la découpure. Dans cette position, la dimension de la plus grande poignée qui cercle la culasse permet le

démontage du piston de fermeture et l'introduction de la charge.

Le piston de fermeture S ou le fond mobile de l'âme, sert ici d'intermédiaire entre la charge et la clavette; il reçoit directement le choc des gaz, qu'il transmet à la clavette, la garantissant contre les dépôts de crasse qui nuiraient à son fonctionnement. Il est creusé sphériquement à sa partie antérieure et de forme cylindrique avec une partie conique en contact avec l'intérieur de la culasse ajustée semblablement. Il est muni, au milieu de sa base, d'un trou taraudé destiné à recevoir une tige en bois T garnie à l'un des bouts d'une ferrure formant vis et s'adaptant dans le trou taraudé du piston qui se retire au moyen de cette tige.

La fermeture hermétique s'effectue au moyen d'un anneau *r* en cuivre rouge, encastré dans la partie élargie de l'âme du canon qu'il dépasse pour 2 $^3/_4$ à 3 lignes.

La clavette s'appuie, avec sa partie antérieure, non pas à la fonte du canon, mais bien contre l'anneau en cuivre qui, cerclant la partie postérieure du piston de fermeture et dilaté au moment de l'explosion, doit, de concert avec la clavette, déterminer la fermeture hermétique de la culasse.

Le chargement du canon s'opère après le démontage de la clavette et du piston de fermeture. La clavette s'enlève au moyen du levier introduit dans l'orifice *z*, ensuite au moyen des poignées elle est retirée jusqu'à ce qu'elle se trouve dans la position montrée dans la fig. 97. Le piston se retire au moyen de la tige en bois et la pièce est prête à l'opération du chargement.

Le projectile oblong est introduit dans l'âme et poussé à la distance voulue ; la cartouche et le piston ensuite ; la fermeture de l'âme s'opère finalement par la clavette qui se fixe par deux servants, dont l'un tire et l'autre pousse à la poignée, et le canon est prêt à être tiré.

Le calibre du canon de 30, en fonte, que Cavalli construisait pour les premières expériences, était de 6.26 pouces, s'élargissant dans la culasse pour recevoir le piston de fermeture. Celui-ci entrait, avec sa partie antérieure, de plus petit diamètre, pour 2.38 pouces dans l'âme du canon. La pièce avait deux rayures de 3.64 lignes de profondeur sur 14.57 lignes de largeur, aboutissant au piston de fermeture et dont les naissances se trouvaient dans le plan vertical de l'âme. La longueur du pas était de 11.9 pieds et l'angle de l'hélice 7° 51'. La

longueur totale du canon était de 8.4 pieds et il pesait 60 quintaux. Le projectile cylindro-ogival avait une longueur de 2.3 à 2.7 calibres ; il était muni de 2 ailettes fixes et pesait environ 54 livres ; il fut tiré avec une charge de poudre de 4.3 livres $= {}^1/_{13}$ du poids du boulet.

En étudiant les dispositions de cet appareil de fermeture et le mode de chargement, on trouvera que l'on aurait pu facilement se passer du piston de fermeture qui complique l'opération du chargement et rend difficile le démontage de la clavette, de même que l'anneau en cuivre, d'après la construction mentionnée, ne pouvait établir une fermeture hermétique. Aussi les essais ont-ils prouvé que le démontage de la clef rencontrait des difficultés malgré la précaution que l'on prenait de la graisser et que l'anneau en cuivre, poussé par le choc des gaz, pressait contre la clavette en permettant aux gaz de s'échapper à côté de la clavette.

LXXXIV. — APPAREIL DE FERMETURE A VERROU, SYSTÈME WAHRENDORFF.

Le maître de forge suédois, chevalier de Waren-



dorff, était sans doute pendant vingt ans le chercheur le plus assidu pour l'application rationnelle du système de chargement par la culasse. Il a poursuivi son idée sans craindre ni les peines ni les frais, et est parvenu, à force de modifications, à établir un appareil de fermeture qui répondait aux conditions voulues et qui a été appliqué dans plusieurs artilleries avec plus ou moins de changements.

Le principe de son mécanisme est un verrou traversant la culasse transversalement et établissant la fermeture au moyen d'un piston mobile.

Le canon est foré d'outre en outre. Nous représentons, fig. 101, l'appareil construit en 1843 pour canons lisses en fonte et projectiles sphériques.

Le piston V est introduit dans la partie postérieure de l'âme élargie coniquement, et n'a, dans sa position finale, que très-peu de jeu. Le piston est muni à sa base d'une tige *s* qui se termine en vis. Le verrou prismatique R, fig. 102, est découpé longitudinalement et enfourche, dans sa partie *a*, la tige du piston de fermeture. Sa tête se termine en une poignée *g*. Il se place transversalement derrière le piston et établit avec lui la fermeture de la culasse. Pour fixer le piston et le verrou, un écrou

m se visse sur le bout de la tige *s*, en s'appuyant sur la plaque *c*, encastrée dans la culasse.

Le piston de fermeture est garni, à sa partie antérieure, d'un anneau en fer coupé à un endroit quelconque. La pression des gaz doit le dilater de telle sorte qu'il établisse une fermeture hermétique.

L'opération du chargement s'effectue en retirant successivement la plaque *c* après avoir dévissé l'écrou *m* et ensuite le piston de fermeture V; la charge peut alors être introduite dans l'âme du canon; elle est poussée en avant au moyen du piston de fermeture; le verrou R est placé, ensuite la plaque *e* et l'écrou *m*, serrant le tout, détermine la fermeture.

Dans les canons de gros calibre, le poids du piston, devenant considérable, a exigé l'application d'une charnière à la plaque *c*, permettant de la tourner avec le piston retiré et de livrer ainsi passage à l'introduction de la charge.

La fig. 103 représente une coupe horizontale d'un appareil de fermeture de culasse construit par de Wahrendorff et appliqué à un canon de 18 fondu en Suède d'après le modèle autrichien.

Ce canon a été essayé en Autriche en 1844.

Comme on le voit par la fig. 104, le piston de

fermeture K est muni, à sa partie antérieure, d'un anneau expansif *r* et à sa partie postérieure d'une tige *s* formant anneau pour le passage du verrou R.

Le verrou R est massif et de forme cylindrique; il peut être introduit dans l'orifice pratiqué dans les parois de l'âme du canon. L'ensemble du mécanisme se fixe ici comme auparavant, au moyen d'une vis *m* s'appuyant sur la boîte T.

Après avoir sorti le verrou, on retire au moyen des poignées de l'écrou *m* le piston de fermeture dans la boîte T qui tourne autour d'une charnière et livre passage à l'introduction de la charge.

Les résultats satisfaisants obtenus par Cavalli avec des projectiles oblongs, engageaint de Wahrendorff de construire en 1851 des canons se chargeant par la culassse en perfectionnant le mécanisme de ses appareils de fermeture.

La fig. 105 représente une élévation d'un canon de 30 avec appareil de fermeture modifié, et la fig. 106 montre cet appareil vu en plan.

Dans la fig. 105 l'appareil est représenté fermé, tandis que dans la fig. 106 il est montré ouvert. Le piston de fermeture K, fig. 107, est garni à sa partie antérieure d'un anneau de fermeture *r* fixé au moyen de trois petites vis ; à sa partie posté—

rieure il est muni d'une plaque découpée pour livrer passage au verrou et finissant en deux vis *m* et *n* dont la première *m* est à filets plats destinée à recevoir la poignée, tandis que la seconde *n* est à filets aigus servant aux deux vis d'arrêt *s* montrées dans les fig. 105 et 106.

L'anneau élastique *r*, fig. 108, doit empêcher l'échappement des gaz par derrière, il est fixé de telle sorte au moyen de trois vis *s s s* à la face antérieure du piston de fermeture, que le plan de l'anneau reste assez libre dans ses dilatations et ses rétrécissements.

L'anneau porte du côté gauche une coupure *e* et à l'endroit de la paroi de l'âme correspondant à cette coupure est fixée une baguette de cuivre devant établir la fermeture hermétique.

La face postérieure de la culasse est munie d'une porte de fermeture T, fig. 109, tournant dans une charnière autour du boulon *b* et s'ouvrant du côté droit. Dans sa partie plane la porte a une découpure *a* pour le passage des bras du piston de fermeture. Le verrou R, fig. 110, est de forme cylindrique dressé sur la face supérieure et sur la face inférieure, et muni d'une rainure *t*; à sa partie extérieure il porte une plaque et une poignée *h*.

La plaque *b* est munie d'un crochet *c* qui porte une chaîne *k* de longueur déterminée et attachée d'autre part à la partie inférieure de la culasse.

Le canon en fonte est foré d'outre en outre et se compose dans son profil en long de trois cônes tronqués. Le premier cône formant la culasse se trouve percé pour le passage du verrou qui s'y guide au moyen d'une vis taraudée dans les parois, et correspondant à la rainure du verrou.

L'application moderne de cet appareil a supprimé les deux plans dressés du verrou ainsi que la rainure et la vis, et donne au verrou une forme parfaitement cylindrique.

Pour ouvrir la culasse il faut tourner la poignée pour 90 degrés à gauche, et retirer le verrou autant que la chaînette le permet; ensuite on retire le piston de fermeture jusqu'à la porte avec laquelle il est tourné à droite. En ouvrant l'appareil immédiatement après le tir, il faut avoir soin d'introduire de suite l'écouvillon dans l'âme pour empêcher l'échappement de la fumée.

L'anneau élastique doit être nettoyé au moyen d'une éponge mouillée, et si la crasse résiste, il faut l'enlever avec un instrument quelconque, après quoi la charge est introduite dans l'âme. La

fermeture de la culasse s'effectue dans le même ordre en sens contraire, c'est-à-dire, que la porte avec le piston est tournée vers la gauche jusqu'à ce qu'elle touche la face postérieure de la culasse, — le piston est introduit dans l'âme, le verrou enfoncé jusqu'au fond et la poignée tournée d'un quart de tour.

Cet appareil de fermeture de culasse a donné des résultats très-satisfaisants dans les différentes expériences qu'il a subies ; il est actuellement adopté avec de légères modifications dans la plupart des artilleries. Dans ces modifications nous citons la suppression de l'anneau élastique comme ne remplissant pas toutes les conditions désirables. La fermeture hermétique est établie au moyen de rondelles en carton, de feutre, etc., appliquées à la base de la cartouche.

Nous renvoyons pour les détails de la construction intérieure et extérieure du canon même, ainsi que pour ceux du projectile, au chapitre dans lequel nous traitions ce sujet pour les canons se chargeant par la culasse.

L'appareil dont nous parlons a trouvé une approbation générale ; toutefois il y a quelques défauts à remarquer, qui, il est vrai, ne se montrent pas de

suite, car il faut que les canons munis de ce système de fermeture de culasse essuient un feu continu, pour que l'on puisse déterminer les inconvénients et chercher à les éviter par des modifications rationnelles.

LXXXV. — APPAREIL DE FERMETURE, SYSTÈME ARMSTRONG.

L'ingénieur civil anglais sir William Armstrong a combiné d'une manière très-satisfaisante l'appareil de fermeture à verrou avec la vis creuse. Nous représentons, planche VII, fig. 111, une coupe longitudinale de cet appareil; fig. 112, une coupe transversale par le verrou et fig. 113, une vue par derrière de la culasse.

Le canon est foré d'outre en outre et muni d'une découpure pour le passage du verrou à sa partie supérieure; cette découpure ne traverse pas la paroi opposée de l'âme. Le fond de la découpure est muni de deux rainures ou canaux pour le découlement de l'eau servant au lavage de l'âme du canon.

Le bord de l'âme, a peu de distance avant la découpure du verrou, est garni d'un anneau *n* en

cuivre rouge; de là, l'âme s'élargit considérablement et est munie d'un pas de vis à filets plats pour recevoir la vis creuse H.

Le verrou R construit en acier et représenté en élévation dans la fig. 114, porte à sa face antérieure un anneau en cuivre *r'* encastré et faisant une légère saillie, qui, extérieurement, est tournée en cône pour s'adapter dans l'anneau fixé dans le bord de l'âme du canon alésé coniquement dans son intérieur.

Dans la face antérieure du verrou est pratiquée une petite chambre *k* de forme cylindrique qui communique avec la lumière *z* placée dans l'axe de l'âme et perpendiculairement à celui-ci. La partie supérieure du verrou est munie dans les petits calibres d'une poignée et dans les gros calibres de deux anneaux dans lesquels on passe un levier pour la facilité du démontage.

La vis creuse H est à filets plats correspondants au taraudage de l'intérieur de la culasse. Le creux est de forme cylindrique et d'un diamètre égal à celui de l'âme du canon. Elle a pour mission de presser le verrou dans l'âme et de l'y maintenir; son fonctionnement s'effectue au moyen d'une manivelle K appliquée à sa partie postérieure.

Le pas de la vis creuse fait, suivant le calibre 6, 9 ou 12 tours. Dans le canon de 100, la manivelle est à double bras. L'épaisseur du verrou dans le canon de 9 est de 1 1/2 pouce, et dans le canon de 12 de 2 1/2 pouces.

Pour opérer le chargement du canon on fait reculer un peu la vis creuse en tournant la manivelle, ce qui permet de retirer le verrou et d'introduire successivement le projectile et la cartouche à fond élastique suiffé. La petite chambre cylindrique pratiquée dans le verrou reçoit une petite cartouche consistant en 1/3 de loth de poudre de chasse et la culasse se referme en enfonçant le verrou d'abord et en serrant la vis creuse ensuite. La levée du verrou des gros calibres est très-pénible, et pour parer à cet inconvénient on pourrait le placer horizontalement comme dans l'appareil du système Wahrendorff; ce que Armstrong a fait dans les appareils construits récemment, et dans lesquels la lumière est placée dans un tube en cuivre rouge vissé dans la paroi supérieure de la culasse.

Il est à remarquer dans ce système de fermeture que le rechange du verrou peut être facilement effectué sans toucher aux autres parties du mécanisme, l'emploi toutefois de la petite cartouche

d'amorce complique l'opération du chargement et le service des munitions.

On trouvera dans les figures mentionnées l'ensemble du canon de 9, système Armstrong, avec son appareil de pointage. L'âme à l'avant du verrou dans la partie L est de forme cylindrique et d'un diamètre un peu plus grand que le projectile. La longueur du pas des rayures qui sont au nombre de 33 de la forme représentée dans la fig. 25, est de 8,43 pieds, elles font un demi-tour dans l'âme de ce canon. Sur une longueur de 8.3 pouces à partir de la naissance des rayures, l'âme est conique pour la facilité de la compression du projectile, de là, elle est de forme cylindrique jusqu'à la bouche; dans cette partie, son diamètre est de 2 pouces 7 lignes, la longueur totale du canon est de 64 pouces, l'épaisseur de la paroi à la bouche est de 1 pouce, et celle de la culasse, de 2 pouces 8 lignes.

Ce canon est privé d'anses et du bourrelet de la bouche.

Le pointage du canon se fait sur un point de mire placé sur le tourillon droit; du côté droit de la culasse est placée une coulisse C marchant verticalement dans la boîte *t* fixée sur l'anneau D.

Le projectile oblong construit par Amstrong est représenté fig. 115. Sa longueur est d'environ 3 calibres pesant 4 fois le poids du boulet.

LXXXVI. — APPAREIL DE FERMETURE DE CULASSE, SYSTÈME WHITWORTH.

L'appareil de fermeture construit par l'ingénieur anglais Whitworth mérite, sous le rapport de la simplicité et sous celui de la conservation, une des premières places dans les appareils que nous venons de décrire.

Nous représentons, fig. 116, une coupe longitudinale d'un canon en fer de 3 système Whitworth. Le canon est foré d'outre en outre. La partie postérieure de la culasse est taraudée extérieurement pour recevoir le couvercle en fer forgé formant écrou. Le fond de ce couvercle D a une épaisseur de 3 pouces. L'ouverture s'opère au moyen d'une manivelle K secondée par un anneau R qui permet de tourner le couvercle après le dévissage. Cet anneau a 3 pouces de largeur sur 1 pouce d'épaisseur; il est fixé, en guise de charnière, par trois vis

à la bande S. Le couvercle n'augmente pas la longueur du canon.

La lumière *z* se trouve placée dans le couvercle qui est percé dans le sens de l'axe de l'âme du canon. La fermeture hermétique se fait au moyen de cartouches en fer blanc représentées dans la fig. 117.

Dans le canon de 80, le couvercle reçoit pour la facilité du maniement, deux poignées et la bande S se trouve fixée à la culasse au moyen d'un large cercle, ou mieux encore elle est remplacée par ce cercle.

Pour opérer le chargement de la pièce on dévisse le couvercle en 3 1/2 tours de manivelle, et on le tourne dans sa charnière pour 90 degrés à droite; l'entrée de la culasse est alors libre et le projectile avec charge peuvent être introduits. Le couvercle refermé, l'amorce est mise et le canon est prêt à faire feu.

Comme on voit l'opération du chargement s'effectue très-promptement, des servants peu exercés l'accomplissent en 10 secondes.

Le couvercle a à sa face intérieure une empreinte du diamètre de l'âme du canon dans laquelle la cartouche se presse au moment de l'explosion de la poudre, et en ouvrant le couvercle après le tir on

retire donc en même temps la cartouche facile à détacher.

Ce couvercle justifiait une telle solidité de construction qu'après 1500 coups de feu il ne montrait aucune dégradation.

Le canon de 3 construit en fer homogène a une longueur de 6 pieds, il pèse 200 livres et forme dans son profil en long un seul cône tronqué. Les tourillons sont rapportés sur un cercle en fer forcé sur le corps de la pièce. L'âme est rayée dans toute sa longueur et montre dans sa section transversale un hectagône régulier dont les côtés sont quelque peu voûtés vers l'axe de l'âme et dont les coins sont arrondis.

La cartouche en fer blanc fig. 117, entre avec un léger jeu dans l'âme. La poudre y est retenue à la face antérieure au moyen d'une couche de cire V, la base est munie d'une petite lumière *o* par laquelle l'étincelle entre.

La partie postérieure du projectile s'imprègne dans la couche de cire ou de suif qui, fondue par l'inflammation de la charge se répand sur la surface du projectile dont le passage dans l'âme en employant la bonne poudre, n'exige pas l'écouvillonnement de la pièce.

Le projectile en fonte représenté fig. 118, a une longueur de quatre calibres, il se termine antérieurement en une pointe ogivale et postérieurement en un cône tronqué *k* à la base creuse *b*. La partie du milieu représente exactement la section de l'âme, sauf un jeu de 2 points. Les parois *s* sont ajustées avec précision au moyen de machines-outils spéciales.

LXXXVII. — Appareil de fermeture a vis, système Clay.

Nous représentons dans la fig. 119 une coupe longitudinale et fig. 120, une vue par derrière d'un appareil de fermeture à vis inventé par le mécanicien Clay et perfectionné plus tard par Schalk.

Cet appareil doit, d'après l'idée de l'inventeur, s'appliquer surtout aux canons de gros calibre. Il se distingue par une grande simplicité et par la promptitude avec laquelle le chargement peut s'effectuer.

Le canon est foré d'outre en outre, et élargi postérieurement et excentriquement à l'axe de l'âme pour recevoir la vis de fermeture V.

La section de l'âme est un hectagône rayée depuis la vis de fermeture jusqu'à la bouche du canon.

La vis à filets plats a un diamètre deux fois plus grand que celui de l'âme dont l'axe est parallèle au sien, et qui est placé un peu plus bas que le bord inférieur de l'âme du canon ; elle ne se dévisse point pour effectuer le chargement : munie d'un orifice B, elle intercepte par un demi-tour le passage ou livre accès à l'entrée de la culasse. Nos deux figures 119 et 120, représentent le canon prêt au chargement, en tournant la vis, la partie massive ferme la culasse et forme le fond mobile de l'âme du canon. La vis fonctionne au moyen d'une manivelle H, son mouvement est réglé par une dent buttant contre une saillie *q* fixée à la partie plane postérieure de la culasse.

Le perfectionnement de Schalk consiste principalement dans l'application d'un anneau en cuivre *r* encastré dans le bord des parois de l'âme, et d'une plaque en cuivre *s* garnissant la face antérieure de la vis afin d'obtenir une fermeture hermétique. Le pointage de ce canon se fait de la même manière que dans les canons Armstrong, il y a un point de

mire sur le tourillon droit et une visière à coulisse sur le côté de la culasse.

LXXXVIII. — L'EMPLOI DES CANONS RAYÉS SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Il résulte de ce que nous venons de dire que les conditions exigées pour un appareil rationel de fermeture peuvent être remplies, de là que les canons se chargeant par la culasse peuvent être construits d'une manière suffisamment solide.

L'avantage principal qu'offrent les canons se chargeant par la culasse, c'est qu'ils peuvent fonctionner dans l'espace le plus restreint. L'opération du chargement par l'emploi d'un appareil rationnel de fermeture de culasse peut s'effectuer d'une manière très-simple et très-prompte. Le principal inconvénient des canons se chargeant par la culasse consiste dans l'emploi de l'appareil de fermeture même qui, se composant toujours de plusieurs parties, n'offre jamais les mêmes garanties de conservation que la culasse d'un canon se chargeant par la bouche et fait d'une seule pièce.

L'appareil de fermeture augmente toujours la surface exposée au feu de l'ennemi et il sera bon d'employer de préférence les canons se chargeant par la culasse comme pièce de siége, de côte ou d'artillerie de marine pour laquelle surtout l'espace nécessaire au chargement est de la plus haute importance.

Comme pièce de campagne ses avantages sont insignifiants.

Les canons se chargeant par la culasse permettent le tir sans jeu ou vent, entre le projectile et les parois de l'âme et sans égard à la perte de la force motrice ballistique que le jeu entraîne nécessairement, le projectile y est mieux guidé que dans les canons se chargeant par la bouche dont la justesse de tir est inférieure.

Les canons rayés en général, à cause de leur grande portée, ont fait sensation depuis leur apparition en guerre.

Ils étaient et sont journellement l'objet d'études sérieuses de la part d'officiers d'artillerie distingués et des ingénieurs célèbres.

Nous avons lu çà et là la description de quelque invention nouvelle, mais il nous a paru manquer un ouvrage traitant le sujet scientifiquement. Dans

le livre que nous offrons au lecteur, nous avons recueilli les données officielles; nous avons cherché à déterminer mathématiquement les lois de la construction des canons rayés et si nous n'avons pas réussi on nous tiendra compte de notre bonne volonté.

DE LA PROFESSION DES ARMES.

Quelques données historiques sur la nation française.

(Suite. — Voir le numéro du 15 octobre, page 149.)

La France, cet empire puissant qui a, dès son origine, exercé un si grand ascendant sur les destinées du monde, et tout particulièrement sur les peuples de l'Europe, *soleil ou volcan ayant mission d'éclairer la terre,* selon l'assertion d'un de ses poëtes, a eu les armes pour premier mobile de sa grandeur.

On ne saurait douter que les premières familles humaines ont eu pour demeure les terrains qui avoisinent les grandes élévations du globe : car c'est en ces lieux que la nature déploie toutes ses richesses et que l'homme possède la plus grande somme d'énergie de corps et d'esprit; de là elles se sont répandues vers les rivages des mers.

Les Galles ou Gaulois, de race Celtique, descendus

des monts Scandinaves, sont venus peupler le nord de la Gaule Transalpine, qui a pour limites : l'Océan Germanique, le Rhin, les Alpes, la Méditerranée, les Pyrénées, le golfe de Gascogne, la mer Atlantique, et le Pas-de-Calais qui communique avec la mer d'Allemagne. Les premiers habitants du midi de la France ont été les Aquitains et les Ligures qui provenaient de l'Ibérie. Les deux races qui occupaient le Nord et le Midi étaient guerrières ; mais la tribu des Celtes appartenant à la race Septentrionale se faisait remarquer par des mœurs encore plus belliqueuses. Le Gaulois était passionné pour la gloire, sa croyance à l'immortalité de l'âme lui inspirait le mépris de la mort ; il avait une extrême confiance en lui-même, et sa fureur dans le combat était sans pareille. Ses lois extrêmement simples ne connaissaient pas de droit supérieur à celui de la force, ce qui était une source de guerres perpétuelles.

Les chefs les plus renommés pour leur mérite à la guerre procédaient aux enrôlements qui étaient forcés, pour la défense du pays, et volontaires, quand il s'agissait d'expéditions à l'extérieur. C'était un honneur que de mourir pendant une campagne ; c'est pourquoi les Gaulois massacraient leurs bles-

sés, quand ils ne pouvaient suivre l'armée. En général, ils prêtaient le serment de vivre et de mourir pour leurs chefs et n'y manquaient jamais. Quand un chef avait succombé dans le combat, ils se tuaient pour ne pas lui survivre. Ils observaient également la fidélité dans l'ordre civil.

Ils avaient pour armes offensives l'épée et une sorte d'épieu ; pour armes défensives, la cuirasse ou cotte de maille, le casque et un petit écu. Cependant ils marchaient nus au combat. Leur tactique qui était des plus simples, reposait sur la vitesse et la force du choc. Ils se battaient sur une ligne ou deux, et mettaient sur les ailes leur cavalerie, qui était bonne et nombreuse; leurs chariots étaient placés au centre et sur les ailes. Ils se rangeaient aussi par masses compactes formées en carré, en se servant de leurs boucliers. Ils poussaient des cris affreux dans le combat, et, sans pitié pour le vaincu, ils coupaient la tête à tous leurs prisonniers dont ils conservaient les crânes comme un trophée pour leurs descendants.

Les nobles se distinguaient en ne gardant que la moustache, tandis que les hommes du peuple portaient toute la barbe.

En l'an 600, avant J.-C., des Grecs de Phocée

arrivèrent par mer aux bouches du Rhône, qui étaient habitées par une tribu gauloise indépendante. Ils y fondèrent Marseille (*Massilia*), qui fut une ville commerçante, industrielle et riche ; de là ils répandirent leur domination et leur civilisation dans le midi. Vers la même époque, c'est-à-dire, le cinquième siècle avant Jésus-Christ, les Gaulois, conduits par Bellovèse, vinrent s'établir sur les versants à l'orient des Alpes et dans les Apennins supérieurs : plus tard, ils passèrent en Germanie avec Sigovèse.

Un peu plus de cent ans après, les Cimbres, provenant de la même source que les Gaulois, envahirent la Gaule : mais ayant abordé par la Germanie, ils refoulèrent les Gaulois vers le midi dans le pays des Ligures. Ils se partagèrent en tribus que les Romains appelèrent pays, *pagi*.

Les Gaulois, toujours belliqueux, portèrent leurs armes en Grèce, en Macédoine et en Thrace, et même jusqu'au centre de l'Asie-Mineure. Vers 390 avant Jésus-Christ, ils envahirent l'Italie et furent maîtres de Rome pendant quelques mois, ainsi que nous l'avons rapporté.

Les colonies des Marseillais ayant été attaquées, et leurs villes assiégées par les peuples voisins,

leur riche métropole demanda et obtint le secours des Romains, qui accoururent les délivrer, sous le commandement du consul Opimius. L'an 125 avant Jésus-Christ, les mêmes tribus vinrent ravager le territoire de Marseille qui implora encore la médiation des Romains. Le consul *Flavius* vainquit les envahisseurs ; mais les protecteurs ne quittèrent plus le sol gaulois, et fondèrent alors une colonie dont Aix fut la première ville.

Les Cimbres tentèrent à diverses reprises d'envahir les territoires romains ; enfin l'an 107 avant Jésus-Christ, ils vinrent livrer aux légions la grande bataille d'Orange, où ils remportèrent la victoire, et tuèrent 280,000 combattants, passèrent de là en Espagne qu'ils saccagèrent pendant trois ans.

Revenus dans les Gaules, ces mêmes barbares furent vaincus dans les environs d'Aix, l'an 107 avant Jésus-Christ, par le consul Marius, accouru de Rome pour les anéantir. Quarante-cinq ans après, César marcha contre les Gaules à la tête de ses troupes ; il battit et détruisit toutes les peuplades barbares qui s'opposaient à sa marche, pénétra dans la Gaule Transalpine où il détruisit dans une seule bataille 250,000 Gaulois réunis pour le combattre. Devenu maître du pays, il acheta les princi-

paux guerriers pour le service de la république, et en forma une légion qu'il appela légion de l'Alouette, *Alauda*, parce que chacun des soldats avait pour emblême la figure d'une alouette sur son casque, afin de caractériser l'allégresse et la vigilance qui distinguent particulièrement les Gaulois.

La civilisation romaine gagna pas à pas la prépondérance sur les anciennes mœurs, et les Gaulois la payèrent au prix de leur liberté, qu'ils avaient perdue par suite de la division de leurs pays en une foule de petites tribus, rivales les unes des autres.

La Gaule appartint aux Romains pendant plus de quatre siècles et demi, faisant des progrès dans la civilisation et s'attachant de plus en plus à cultiver les arts et les lettres ; mais, en 406, elle fut envahie par les Vandales, les Suèves et les Alains qui franchirent le Rhin et gagnèrent l'Espagne, en mettant à feu et à sang tous les pays qu'ils traversèrent.

Rome avait donné des terres aux Bourguignons, aux Visigoths et aux Francs pour défendre les Gaules à titre de soldats mercenaires; les chefs avaient été investis de dignités romaines. Aussi dès que l'Empire commença à se dissoudre, ces servi-

teurs du peuple qui avait été souverain de la terre. se déclarèrent indépendants et choisirent pour les commander leurs chefs les plus valeureux. Il y eut des guerres cruelles entre ces diverses nations; à la fin les Francs demeurèrent vainqueurs.

Ils étaient issus d'une tribu guerrière de l'Allemagne, féroces et très-indisciplinés, avaient un amour extrême de l'indépendance, une grande fermeté de volonté. Doué des qualités convenables pour la guerre, ils campaient toujours avec leurs chefs dans les territoires qu'ils avaient conquis. La nation des Francs était divisée en deux grandes tribus; celle du bord de la rivière, *la ripuaire,* qui habitait la partie occidentale du Rhin, et la *salique*, appelée aussi saliska ou saliense qui était la plus martiale et la plus noble. Cette dernière obéissait à la loi salique qu'on croit l'œuvre de Pharamond, proclamé chef en 418, et qui est inscrit le premier sur le catalogue des rois de France. Le code des prêtres romains du dieu Mars appelés *saliens* a vraisemblablement servi de modèle à la loi salique. Un de ses articles déclarait les mâles uniques héritiers des terres saliques ou de conquête.

C'est dans la famille des *Mérovingiens*, fils de Mérovée, une des plus illustres de leur tribu par

ses faits d'armes, que les franco-saliens choisissaient leurs chefs, qui se distinguaient par leur épaisse chevelure; mais les armées exerçaient une telle souveraineté, qu'elles tondaient la tête du monarque avec leur hache nommée *francisque*, s'il n'était pas digne de les commander.

Les Francs étaient les moins civilisés parmi les Barbares : ils méprisaient au suprême degré les peuples conquis par leurs armes et les traitaient avec une extrême dureté; mais en échange, ils conservaient à ceux qui faisaient alliance avec eux leurs lois et leur gouvernement, sans leur imposer de contributions d'hommes ou d'argent. Ils se trouvaient bien armés avec l'épée, la javeline ou courte pique et la hache, et étaient disciplinés régulièrement à la romaine : ils admettaient tous les étrangers qui leur étaient alliés dans leur armée. Ils méprisaient les sciences, les arts, et tout ce qui pouvait contribuer à leur civilisation; mais ils raffolaient de la justice et de la chasteté; se sacrifiaient pour l'honneur, et témoignaient un grand respect pour la religion et pour les prêtres qui, de leur côté, s'appliquaient à inspirer une vénération aveugle envers les rois et les ministres de l'Eglise. Dans les premiers temps ils pratiquaient l'agricul-

ture, sans jamais abandonner leurs objets de combat.

Tous les Francs combattaient à pied, et il n'y eut parmi eux ni cavaliers, ni archers, ni frondeurs jusqu'à la fin du sixième siècle. Ils s'exerçaient dès l'âge de treize ans, ou même auparavant, à l'usage des armes; ils portaient leur chevelure levée en forme de panache et ne gardaient de leur barbe que de longues moustaches tombantes. Ils se battaient rangés en phalange, en coin ou en carré, couvrant la tête et les flancs de leurs diverses formations en lignes ouvertes avec de longs écus étroits, faits de bois ou d'osier et recouverts de cuir, dont ils se servaient pour leur défense. Ils attaquaient avec une fougue irrésistible et en poussant de grands cris; mais ils se décourageaient facilement quand ils étaient surpris, ce qui était facile, attendu qu'ils n'avaient pas de réserve pour garder leurs camps ou leurs positions.

Le commandement militaire fut permanent jusqu'au VIIe siècle; ils étaient conduits à la guerre par les mêmes chefs qui les jugeaient dans la paix.

Les terres conquises, ainsi que tout autre butin, étaient également répartis entre tous par la voie du sort. La terre conquise ou terre allodiale, était

libre de toute charge et droit du seigneur, en sorte qu'elle était considérée parmi les Francs comme aussi libre que leur propre personne. La coutume de se partager ce qui avait été acquis par la force, ne cessa que plus tard et quand les troupes reçurent une solde régulière.

Clodion et plusieurs autres princes succédèrent à Pharamond dans le commandement électif; ils dominèrent presque entièrement le pays des Gaules. Clovis expulsa le dernier général romain, vainquit les Suèves et les Allemands à la bataille de Tolbiac, livrée en 496, embrassa ensuite le christianisme dont il fit la religion de l'armée.

Ce prince guerrier, politique et législateur, mourut en 511. On peut le considérer comme le premier véritable roi de France.

Il n'y avait sous Clovis ni lois ni établissements civils d'aucune sorte : ses armées, dont l'effectif total s'élevait à cinq mille hommes seulement, quand il monta sur le trône dans sa tribu de Saliens, campaient dans les environs de Paris ou de Soissons, selon que le souverain occupait l'une ou l'autre résidence. Au commencement du printemps et dans les occasions solennelles, les troupes étaient réunies dans un camp qu'on appelait le

Champ de Mars. Le soldat gaspillait brutalement les richesses qui lui avaient été départies pour sa part de butin, et quand elles étaient épuisées, il obligeait son chef à le conduire à de nouvelles entreprises pour en acquérir d'autres : car la discipline était très-faible à cause du principe d'égalité, pour ainsi dire mis en pratique. Cependant Clovis en vint à châtier sévèrement ceux qui ne lui accordaient pas le respect dû à un supérieur.

Les Francs n'avaient pas encore de principes arrêtés sur la tactique, ils combattaient d'instinct d'après certaines prescriptions de l'art militaire.

Les machines de guerre dont se servit Clovis, inférieures du reste aux anciennes, furent copiées sur celles qu'il avait enlevées aux ennemis, et construites par des ingénieurs romains qu'il sut attirer à son service.

Les quatre fils de Clovis héritèrent de tout le territoire des Francs, et avec leur consentement, on en fit quatre royaumes qui furent confédérés sous une assemblée unique. Celui dont le centre était Paris, et que l'on considère comme la souche de la monarchie française, échut à Childebert.

Les quatre parties du royaume des Francs étaient : l'Austrasie, à l'orient : elle était habitée

par les Germains ou Francs ripuaires ; la Neustrie ou royaume de l'Occident, occupée par les Francs saliens ou Romains, la Bourgogne, et l'Aquitaine où dominaient les Visigoths. On appelait *romains* les seigneurs, les hommes libres et les soldats.

Afin de protéger les hommes libres contre les abus de pouvoir des grands, on institua parmi les Francs un grand-juge des griefs (*mord-dom*) dont les arrêts avaient la supériorité sur tout autre tribunal : il était nommé exclusivement par le peuple, dans des circonstances critiques. Telle a été, selon quelques auteurs, l'origine des maires ou gouverneurs du palais qui commencent à figurer à cette époque. D'autres écrivains assurent que ces majordomes ou *maires* avaient seulement la charge de présenter au roi les réclamations et les suppliques de ses vassaux. Quoi qu'il en soit, ils devinrent ensuite les premiers des grands officiers de la demeure royale, et intervinrent plus tard dans les affaires de l'Etat, augmentant progressivement leurs attributions, en proportion de l'indolence, de l'incapacité et de la répugnance du souverain pour les affaires politiques.

L'armée fut augmentée au point que moins de quarante ans après la mort de Clovis, son petit-fils

Théodebert, roi d'Autrasie, envahit l'Italie avec cent mille guerriers tirés de ses États. Quelques auteurs supposent qu'il aurait pu mettre sur pied un demi-million d'hommes, s'il en avait eu besoin.

L'État étant divisé, il y eut pendant plus d'un siècle treize rois tous ineptes, jouissant de facultés intellectuelles peu développées, soit à cause de leur âge peu avancé ou de leur constitution débile. Et comme le *maire* était élu pour ses bonnes qualités gouvernementales, il est évident qu'il devait subjuger le prince et gouverner en son nom. C'est pour cela que les maires (*majordomes*) arrivèrent à posséder tout l'ascendant et toute l'autorité, tandis que les monarques étaient à peine connus.

Dagobert I[er], qui monta sur le trône en 628, céda une partie de l'Aquitaine et de la Gascogne à son frère Caribert : celui-ci en mourant laissa la Gascogne en héritage à ses fils, qui durent en faire hommage au roi et payer le tribut. Telle a été l'origine de la féodalité qui fut si puissante pendant les siècles suivants, quand elle s'étendit du prince aux sujets.

Sous Sigebert II et Clovis II, les divisions de la

Gaule furent ramenées à deux, l'Austrasie et la Neustrie. Ces deux rois occupés uniquement de fondations pieuses, abandonnèrent le gouvernement des peuples à leurs maires du palais, Pepin le vieux et Ega dont le pouvoir était si grand auprès de leurs souverains respectifs, qu'ils soutinrent des guerres entre les deux parties de la Gaule, et transmirent leur pouvoir à leurs successeurs, comme tuteurs ou régents des rois. Le royaume fut encore réuni, et le cruel *Ebroïn*, maire du palais, gouverna en vue d'établir l'unité du pouvoir et pour assujettir l'aristocratie qui se fortifiait de toutes parts et combattait pour établir son ascendant et sa puissance.

Les guerres entre l'Austrasie et la Neustrie se prolongèrent par suite de l'ambition des maires du palais, et les deux parties du royaume n'étaient pas plutôt séparées qu'elles cherchaient à se réunir.

Le roi Dagobert II étant mort en 679, *Martin* et *Pepin d'Héristal*, petit-fils du vieux Pepin, furent nommés ducs d'Austrasie. A la mort de Martin, Pepin garda tout le pouvoir en s'appuyant sur le parti aristocratique.

Les guerres intestines se prolongèrent, et dans les deux pays, le parti populaire fut subjugué par les

grands ; à la fin Pepin vainqueur prit le titre de *prince des Francs*, et régna vingt-sept ans en laissant un simulacre de pouvoir aux rois légitimes qui s'assirent sur le trône. A sa mort, en 714, Pepin partagea l'autorité réelle entre ses deux fils aînés.

Il avait laissé aussi un fils naturel nommé Charles (depuis Charles-Martel). Ce prince heureusement doué pour la guerre et le gouvernement sut gagner l'estime des Austrasiens, leva une armée avec leur sympathie et joignit à la domination de l'Austrasie qu'il avait déjà celle de la Neustrie et de la Bourgogne ; cela n'empêchait pas le trône d'être toujours occupé, mais par des monarques ineptes et qui étaient complètement subordonnés au prince des Francs : enfin Thierry IV étant mort en 737, Charles ne chercha pas à lui donner un successeur mais prépara le royaume à consentir à la fin de la dynastie Mérovingienne, pour commencer la sienne, celle des *Carlovingiens*.

L'absence de qualités militaires dans la personne des rois avait fait tomber d'une manière extraordinaire la valeur et la discipline des troupes pendant les règnes précédents : les soldats ayant perdu l'habitude de se réunir dans les champs de mars se livraient à la mollesse ; les arts furent abandon-

nés, la barbarie avait reparu. Mais Charles gouverna le pays avec un génie guerrier. Il réorganisa l'armée en lui infusant un nouvel esprit, fonda l'unité de l'État, et vainquit les Saxons, les Bavarois, les Allemands, les Aquitains, les Bourguignons et les Provençaux, avant de battre les Arabes qui avaient passé les Pyrénées et conquis un grand nombre de villes et de territoires : en 732, n'ayant que trente mille combattants, il livra une grande bataille entre Tours et Poitiers à l'émir d'Espagne *Abd-er-Rhaman,* qui commandait 400,000 Sarrasins. La victoire fut due entièrement à la cavalerie des Francs.

Charles, qu'on avait surnommé Martel depuis la journée de Poitiers, sut développer parmi toutes les classes de la nation une ardeur belliqueuse telle que les ecclésiastiques eux-mêmes étaient devenus militaires. Les assemblées du champ de mars devinrent plus fréquentes, il conserva son armée réunie au lieu de la disperser comme on le pratiquait auparavant, il fit des concessions de terres en imposant à ceux qui les recevaient l'obligation du service militaire envers le souverain, et éleva son pouvoir et son prestige en recrutant exclusive-

ment ses armées parmi ceux qui parlaient la langue tudesque.

La science stratégique était dans un si grand oubli qu'avant l'avénement du chef de la nouvelle dynastie, on vit parfois des ennemis convenir du lieu et de l'heure où ils devaient combattre. C'était un mal pour la guerre, mais c'était une preuve de l'esprit d'honneur chevaleresque qni s'était emparé des Francs, et qui devait contribuer puissamment au développement de la civilisation.

Ayant pacifié le royaume, Charles Martel mourut en 741, après avoir partagé presque tous les États francs à ses fils aînés Carloman et Pepin ; il ne laissa qu'un héritage insignifiant à son troisième fils Grifon, qui fut bientôt dépossédé par ses aînés du peu qu'il possédait. Pepin, par déférence pour les droits de l'ancienne dynastie, mit sur le trône vacant des Mérovingiens leur héritier Childeric III. Peu après, Carloman abdiqua et se retira dans un couvent pour s'adonner aux pratiques de la dévotion.

Pepin s'appliqua à capter l'affection des grands et du peuple, et se fit proclamer roi après avoir fait enfermer le souverain dans un monastère. Il fut le premier des rois Carlovingiens.

Monté sur le trône, Pepin, surnommé *le Bref,* s'appliqua, en dépit des guerres continuelles qu'il soutint, à concentrer dans ses mains le gouvernement général de l'État et à développer les éléments de tranquillité et de prospérité de sa nation, gardant pour lui tout le pouvoir dévolu antérieurement aux maires du palais et régnant seul dans l'État à partir de 752.

Le monarque donna l'entrée du champ de mars aux évêques, et comme le soldat ne comprenait pas le latin dont ils se servaient pour parler, au lieu de rester comme auparavant des revues guerrières, ces assemblées se convertirent en synodes. Les troupes avaient transporté leurs réunions et leurs exercices sur les véritables champs de bataille : le clergé, qui y paraissait aussi, avait une grande influence.

Carloman et *Charlemagne*, fils de Pépin, lui succédèrent en 768. Le dernier s'appropria l'héritage de son frère qui mourut en 771, et resta seul roi d'une grande nation. Il dompta les belliqueux Saxons, acheva d'expulser les Sarrasins qu'il rejeta dans l'intérieur de l'Espagne, se rendit maître des marches d'Espagne sous prétexte de favoriser ses alliés Arabes, subjugua la Lombardie, fut pro-

clamé Empereur des Romains par le pape Léon III, qui fit revivre en lui l'Empire d'Occident aboli depuis trois siècles. Enfin, il devint maître de la plus grande partie de l'Europe. Il commandait dans les Gaules, en Allemagne, en Italie jusqu'à Bénévent; en Corse, en Sardaigne, dans les îles Baléares et dans la plupart des pays qui constituent la Hongrie actuelle : Tous ces territoires composaient l'empire des Francs.

Nous devons rappeler que les Navarrois et les Basques infligèrent à Charlemagne la plus grande défaite qu'il ait essuyée, dans la vallée de Roncevaux, lors de sa retraite du sol de l'Ibérie à la tête de l'armée avec laquelle il avait pénétré jusqu'à Saragosse. Le gros de l'armée fut coupé de l'arrière-garde, qui fut taillée en pièces par les montagnards : le paladin Roland, neveu de Charlemagne, un des principaux chefs de l'armée, Olivier, Thierry, d'autres pairs de France, la fleur de la chevalerie française, périrent dans cette sanglante défaite.

Empereur guerrier, né au sein de la barbarie, non-seulement Charlemagne agrandit ses Etats héréditaires et rendit sa nation maîtresse du monde civilisé, mais il fut encore grand législateur, admi-

nistrateur diligent, politique habile, bon orateur sachant plusieurs langues; protecteur fidèle des sciences, des lettres et des arts qu'il cultiva lui-même, en particulier l'astronomie et le calcul, père de son peuple, auquel il rendait une justice assidue, ne négligeant pas la propagation de la foi chrétienne et le règlement des mœurs, quoiqu'il n'ait jamais été scrupuleux à cet égard particulièrement dans ses premières années, puisqu'il répudia ses femmes par caprice et vécut avec diverses concubines. Il fit venir en France les savants de Rome et d'autres parties de l'Italie. Etudiant beaucoup par lui-même, il obligea l'Eglise, dont la science avait beaucoup décliné, à se livrer à l'étude. Il donna aussi une grande impulsion aux progrès de la musique religieuse.

Dans le commerce privé avec ses enfants il fut bon père, obligeant ses fils à s'instruire et à pratiquer dans leur jeunesse les exercices de la chasse, de l'équitation et des armes, et ses filles à filer, tisser, coudre et à s'occuper de tous les détails de la vie domestique. Il fut ami généreux, clément, économe, simple dans ses vêtements, ordonnant bien sa maison. « Un seul trait, dit Montesquieu, peindra ce grand homme : il fit vendre les œufs de

ses basses-cours et les herbes de ses jardins, en même temps qu'il partageait à ses peuples les immenses trésors des Huns qui avaient dépouillé l'univers. »

Il formait ses nombreuses armées des hommes les plus guerriers choisis particulièrement parmi les peuples des bords du Rhin, et il les soumettait à une discipline très-sévère. Il répartissait par portions les terres conquises entre ses capitaines, en leur donnant en même temps les objets meubles, immeubles et les personnes qui leur appartenaient, mais sans laisser la franchise dont elles avaient joui jusque-là, leur imposant comme redevance de fournir un homme armé à chaque don de trois mesures de terre. Son exemple fut imité par la suite par les grands propriétaires, chefs des gens d'armes. Il faisait des dons analogues aux couvents et à ceux de ses sujets qu'il voulait favoriser. Cette manière de recruter l'armée qui était une nécessité de l'époque eut le grand inconvénient de réduire à un chiffre très-restreint les riches seigneurs, absolus dans leurs domaines, et d'augmenter extraordinairement le nombre des esclaves et des vassaux pauvres. Aussi les campagnes étaient misérables, dépeuplées, et les forces armées avaient des dis-

tances énormes à parcourir pour se réunir. Ceux qui manquaient à se rendre à l'appel étaient passibles d'une lourde amende et devaient rester en esclavage jusqu'après l'avoir payée. Cette mesure rigoureuse contribua beaucoup à augmenter le nombre des serfs, quoiqu'à la mort du débiteur sa famille demeurât libre et exempte du paiement.

Charlemagne fut un habile stratégiste en même temps qu'un grand guerrier, il dirigeait par lui-même des armées nombreuses qui opéraient dans divers pays. On lui doit la création de fonctionnaires publics et d'excellentes mesures économiques pour l'administration de ses forces.

La fortification fit de grands progrès : c'est pendant ce règne que l'on établit un système de petits points fortifiés, isolés, qui se soutenaient par eux-mêmes, et servaient à dominer les territoires conquis. On établit aussi des tours à signaux (*atalayas*), qui permettaient au Roi d'être promptement informé des événements qui pouvaient l'intéresser. Ces postes fortifiés construits dans des lieux élevés et consistant en tours carrées ou circulaires, massives à leur base, défendues par trois ou quatre soldats qui y montaient par des échelles, faisaient partie intégrante de son système straté-

gique ; il fit construire aussi des têtes de pont sur diverses rivières, l'Elbe, le Rhin, etc., afin de pouvoir les passer à volonté.

Quoique Charlemagne ait nommé dans chaque district des comtés, deux députés pour fixer les revenus et inspecter la conduite des juges et des comtes, les grands abusèrent de leur pouvoir, en dépouillant les pauvres de leur voisinage qui étaient obligés de subir le joug de la servitude. De même les citoyens libres étaient ruinés par les guerres continuelles d'un empire où il n'existait pas de bonnes lois pour soutenir les charges publiques.

Louis Ier dit le Débonnaire, succéda à l'empereur son père en 814. Monarque juste, doux et bienfaisant, mais plus propre à la vie contemplative qu'à la guerre, il avait un caractère faible : Aussi il se dégoûta bientôt du gouvernement et partagea ses Etats à ses enfants. Les grands le dominèrent complètement, leur pouvoir était arrivé au point qu'ils vendaient les enfants de leurs vassaux aux Maures d'Espagne pour faire de l'argent.

Quelques mois avant sa mort, en 839, outre les partages antérieurs, il divisa l'Empire entre ses trois fils, Louis le Germanique, Charles le Chauve et Lothaire, ce qui fut l'origine de guerres civiles

sanglantes et donna lieu à la fameuse bataille de Fontenay, où Lothaire fut vaincu par ses deux frères; l'élite de la noblesse et plus de 80,000 hommes y périrent.

A cette époque (vers 841), les incursions des Normands étaient fréquentes et terribles; quoique dépourvus de supériorité militaire ils avaient en partage une dextérité sauvage, l'aptitude aux choses de la mer, l'énergie, la persévérance, la fraternité dans les combats, l'impétuosité dans l'attaque et une astuce qui suppléait à l'infériorité de leurs forces numériques. Une de leurs lois disait, *qu'un Normand doit toujours attaquer un ennemi seul*, *se défendre contre deux*, *ne pas céder à trois*; et *fuir contre quatre, sans être tenu pour lâche*. Ils se revêtaient d'une armure en cotte de mailles, portaient l'écu et maniaient la hache et l'épée. Ils faisaient leurs invasions sur les côtes fertiles dans des barques assez grandes et fortes, avec lesquelles ils remontaient les rivières jusqu'à ce qu'ils eussent rencontré une île qu'ils fortifiaient pour en faire une place de dépôt et de refuge, d'où ils se lançaient pour rançonner les terres du voisinage.

Les irruptions constantes des Normands sur les terres de l'Empire déterminèrent les trois fils de

Louis le Débonnaire à faire la *paix de Verdun* sur la proposition des évêques. L'Empire était totalement dissous par suite de cet arrangement. Charles le Chauve ne conserva que les contrées qui ont été l'origine de la France actuelle avec sa nationalité, sa langue et une nouvelle noblesse.

Les provinces particulières furent ensuite déchirées par des luttes continuelles et démembrées comme l'avait été l'Empire de Charlemagne. Sous Charles le Chauve, les grands étaient plus puissants que le Roi, qui incapable et peu belliqueux contribua beaucoup à l'établissement et à l'accroissement de la féodalité, en octroyant l'hérédité aux ducs, comtes, marquis, gouverneurs, etc., qui auparavant n'avaient que des fonctions viagères. Bientôt on vit surgir une multitude de petits souverains indépendants ; les pirates normands ravageaient des provinces entières; il y avait constamment des guerres civiles entre les frères, les fils et les neveux du roi, qui était totalement dominé par l'influence du pape et des évêques.

Sous les successeurs immédiats de Charles le Chauve, jusqu'au commencement du Xe siècle, le système féodal que ce monarque avait inauguré ne fit que s'enraciner, les grands vassaux augmentè-

rent leur pouvoir et la licence du peuple, pendant que les Scandinaves envahissaient le sol de la France. En 911, Charles III, dit le Simple, leur céda la partie de la Neustrie, qui, depuis cette époque fut appelée Normandie.

En 987, quand la dynastie Carlovingienne s'éteignit avec Louis V, dit le Fainéant, les Etats du monarque ne se composaient que du *Laonnais*; les 87 fiefs qui composaient le reste de la France étaient devenus le domaine de seigneurs indépendants qui nommaient et déposaient les rois à volonté. Tant avait été grande la décadence du vaste Empire fondé par Charlemagne !

A la mort de Louis V, Hugues-Capet l'un des 87 seigneurs féodaux, comte de Paris et duc de France, se fit proclamer roi par ses vassaux, ses soldats : il fut le premier monarque d'une nouvelle dynastie.

Ce roi titulaire n'avait de commandement réel que sur un petit nombre de cités, de villes et de châteaux, n'avait pas d'armées, pas de revenus, et devait rendre compte à ses vassaux. Les ducs de Bourgogne, de Paris, de Normandie, d'Aquitaine, de Bretagne, etc., les comtes de Flandres, de Champagne, de Toulouse, d'Anjou, etc., et cent autres

seigneurs étaient indépendants et gouvernaient leurs états à leur volonté. Leur pouvoir était devenu si grand, que pour leur complaire, le roi Hugues réduisit à 40 jours les trois mois de service que les troupes féodales devaient antérieurement au Seigneur suzerain.

Ce mode de réunion des contingents féodaux de l'armée royale, en fixant à l'avance le jour auquel ils avaient le droit de se retirer, puisqu'ils n'apportaient pas de vivres pour une plus longue période, était compromettant pour le succès des opérations militaires.

Les guerres se prolongeaient sans relâche sur toute la surface du sol, et pour éviter aux populations le désagrément d'être saccagées à tout instant, l'Eglise proposa et fit adopter en partie, en 994, ce qu'on appela la *Trève de Dieu*. C'était une suspension d'armes qui durait pendant certains jours de la semaine, et qui était de nature à amortir un peu l'enthousiasme guerrier et à calmer les désirs de vengeance.

Robert II monta sur le trône en 996, Henri I[er] en 1031. Ces rois n'étaient en réalité que de grands seigneurs féodaux. Les guerres entre les maîtres des fiefs qui représentaient autant de petits Etats,

continuèrent sous leur règne, en même temps que celles des fiefs contre la royauté.

La paix de Dieu qui s'observait du lundi au mercredi de chaque semaine fut établie en 1041.

Philippe I[er] monta sur le trône en 1060. Quoiqu'il ait régné 48 ans, il fit peu pour la civilisation : car il était d'un caractère faible et déréglé dans ses mœurs.

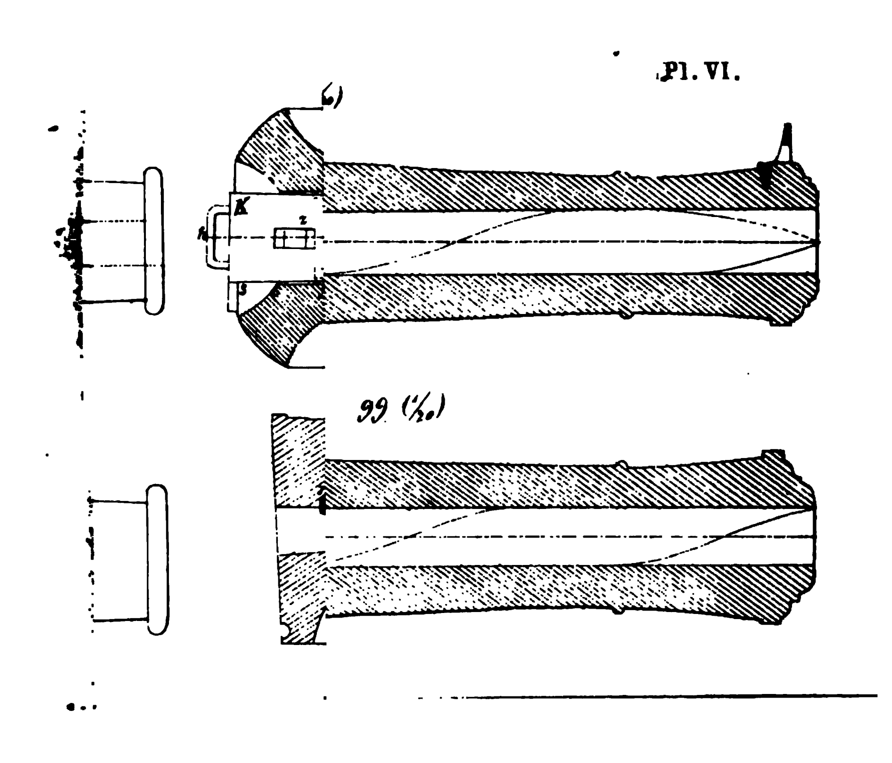
Sous Philippe I[er], commença l'ordre adopté dans la cavalerie par les temps féodaux, en même temps que la première croisade qui fut l'objet de la réunion d'armées nombreuses. Des millions d'individus de tout âge et de toute condition y prirent part. Elle comptait environ 500,000 fantassins et 130,000 cavaliers prêts à combattre, et fut menée à bonne fin par la prise de Jérusalem en 1099.

Louis VI, *le gros,* monté sur le trône en 1108 fut un grand roi par ses vertus, sa valeur et ses talents militaires et politiques. Ayant pour ministre Suger, avec lequel il avait été élevé, par ses grandes qualités personnelles et les nouvelles guerres qu'il entreprit, il avait acquis un ascendant moral tel que les seigneurs féodaux le reconnaissaient pour leur juge suprême. C'est ainsi qu'il constitua la pure monarchie féodale et s'avança d'un pas ferme

vers l'unité matérielle du royaume. Sous son règne commencèrent les guerres contre les Anglais, auxquels on opposa 200,000 soldats, lorsqu'ils envahirent la France en 1124. Louis-le-Gros favorisa l'établissement des communes ou corps municipaux, qui a été l'origine de l'affranchissement du peuple et de ses succès contre la tyrannie des seigneurs féodaux. Leur création a été favorable à la couronne et constitue la véritable nationalité.

Sceaux. — Typographie de E. Dépée.

Pl. VI.



JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'ARME A FEU RAYÉE DE L'INFANTERIE

PAR GUILLAUME DE PLŒNNIES

Capitaine dans l'armée de la Hesse grand-ducale, Chevalier, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR J.-E. TARDIEU

Ancien capitaine d'artillerie.

DEUXIÈME VOLUME. — DEUXIÈME PARTIE

Avec planches et figures.

(Suite. Voir le numéro du 15 novembre, page 198.)

XIV. — ARMES SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

A. — *Le fusil à aiguille.*

Une des questions les plus importantes pour les forces militaires de la confédération allemande, est celle du plus haut perfectionnement du fusil à aiguille prussien, ainsi que des divers modèles construits d'après ce système. Le principe du chargement par la culasse prussien, quoiqu'entaché de petites imperfections nombreuses, offre néanmoins

la réalisation la plus compète et la mieux éprouvée d'une idée à laquelle le développement le plus élevé de notre tactique des feux est indissolublement attaché. La simplicité et la solidité du mécanisme de la culasse mobile prussienne n'ont jamais encore été égalées, à plus forte raison dépassées, malgré la concurrence incessante d'autres projets des formes les plus variées, et pourront être poussées plus loin encore au moyen de légères modifications que nous indiquons dans les sections suivantes. La combinaison de cet appareil éprouvé et de la *cartouche spéciale* présente pour la tactique des feux de l'infanterie sur le champ de bataille en regard des systèmes de chargement par la bouche — un si grand avantage, qu'à égalité des angles de tir et du poids de la balle, les armes prussiennes devraient déjà manifester une supériorité certaine sur les autres fusils rayés. Nous allons plus loin encore et nous renouvelons la question déjà posée dans le 1er vol. : pourquoi ne profiterait-on pas en même temps des avantages connus du plus petit calibre — une balle longue, *légère*, des angles de hausse *les plus petits* de tous — et ne donnerait-on pas ainsi à l'armement prussien une supériorité tout à fait générale et *incontestable* ?

— En présence d'un tel résultat, toutes les difficultés techniques attachées à la fabrication (vol. 1, page 424) seraient peu de chose — une modification générale dans la construction des armes serait justifiée et possible ; il n'y aurait plus du moins aucun obstacle *technique* à l'établissement d'un modèle de fusil commun à toute l'infanterie allemande. Nos excellents modèles du calibre allemand du sud eux-mêmes devraient s'effacer d'une manière absolue devant un *tel* progrès.

Des questions si importantes et si pressantes ne pouvaient manquer d'être l'objet d'un examen approfondi dans l'intelligente armée prussienne elle-même ; *Cæsar Rüstow*, dont le jugement compétent a une signification toute particulière, a donné une critique lucide de cette question dans son écrit connu « Sur les fusils rayés de l'infanterie (1) »

Malheureusement les épreuves prussiennes *officielles* entreprises à ce sujet se dérobent à la lumière de la publicité, qu'elles ne devraient pourtant pas redouter. Si le système n'a pas encore obtenu un crédit universel, il faut l'attribuer à

(1) Darmstadt, Édouard Zernin, 1862. 2e édition.

cette circonstance qui permet difficilement d'obtenir des données tout à fait certaines et complètes sur les services du fusil à aiguille dans les différentes phases de son développement. Nous sommes cependant parvenus à nous procurer un ensemble de matériaux qui nous permet de soumettre le système prussien à une critique sérieuse sous le rapport le plus important — celui de la forme des trajectoires.

On sait que les divers modèles du fusil à aiguille prussien sont les suivants : le fusil d'infanterie modèle 1841, le fusil de fusilier modèle 1860 et le fusil de fusilier modèle 1862 ; auxquels il faut ajouter encore les carabines de chasseur modèles 1849 et 1854. Les différences extérieures entre ces armes, qui peuvent être classées d'une manière générale en fusils à aiguille longs ou courts, ainsi que les dimensions les plus importantes des divers modèles sont connues par d'autres écrits (1). Il en est de même du mécanisme du chargement par la culasse.

Le fusil de 1841 a une bayonnette ordinaire

(1) Voir le « Messager des armes » russe n° 3 de 1862, et le mémoire d'Andres dans la Gazette militaire autrichienne. 1863. IV. 4.

fixée originairement à l'aide d'un ressort; ce système peu solide a été remplacé dernièrement par celui de la douille ordinaire qui a fait ses preuves; la carabine de 1849 est munie d'un sabre-bayonnette, et celle de 1854 (qui laisse beaucoup à désirer quant à ses propriétés comme arme de choc) de la baguette pointue à 3 arêtes nommée pique. Dans les nouveaux fusils de fusilier le sabre-bayonnette, qui est fort, se fixe à la manière française par un crochet, un ressort et un anneau (que porte la branche de la garde). L'union du canon au fût s'opère exceptionnellement pour ces mêmes fusils par des chinoises et des tirettes; elle a lieu au moyen de boucles pour les autres modèles. La longueur du pas est de 73,2 cm. pour tous les modèles. Toutes ces armes tirent la même cartouche à balle oblongue déjà décrite dans le 1er vol. (1);

(1) Voir vol. 1, pag. 427 où nous avons donné (d'après le lever immédiat d'une cartouche) 13,6 mm. pour le calibre de la balle, 31 gr. pour son poids et 4,9 gr. pour le poids de la charge. Le capitaine Andres fixe ailleurs pour le fusil de fusilier M. 1860, le calibre de la balle à 13,17 mm. Son poids à 30,62, la charge à 4,7 gr. et donne aussi une forme un peu différente à la balle (fig. 74 A. Pl. 8). La fig. 74 B représente le lever immédiat de la balle oblongue d'une cartouche brunswickoise du fusil à aiguille M. 1841 introduit là; le calibre est de 13,3 mm. et le poids de la balle de 30 gr.

quoique ladite balle présente quelques modifications dans sa forme la plus nouvelle, les trajectoires moyennes peuvent néanmoins être considérées comme sensiblement égales pour tous les fusils à aiguille prussiens — abstraction faite des différences qui résultent des variations dans le calibre du canon (0,52 mm. environ) (calibre normal 15,43 mm.).

Nous réunissons maintenant dans les tables suivantes tous les matériaux que nous avons à notre disposition pour porter un jugement sur les trajectoires et les dispersions des fusils à aiguille.

Dimensions de la hausse du fusil à aiguille.

Table 1.

Les mesures sont données en pouces prussiens de 26,1544 mm.	Fusil de fusilier.		Fusil d'infanterie modèle 1841.	
	Modèle 1862.	Modèle 1860.	Nouveau système.	Ancien système.
Longueur du canon y compris l'embouchoir	32,17	30	34,67	34,67
Distance horizontale entre le guidon et la hausse fixe .	28,48	26,41	28,03	28,03
Hauteur du guidon au-dessus de l'axe de l'âme . . .	0,71	0,68	0,72	0,67
» de la hausse fixe » » » » . . .	1,07	1,01	1,06	1,97
» du premier clapet » » » . . .	1,32	1,23	1,29	1,17
» du deuxième clapet hausse partielle » » » . . .	1,56	1,45	1,64	1,31
» du deuxième clapet cran de mire supérieur » » » . . .	1,85	1,60	1,94	1,72

Nouvel établissement de la hausse
du fusil d'infanterie modèle 1841.
(un pied de Prusse = 31,385 cm. ; un pouce = 26,154 mm.)

Table 2.

Distance en pas de 2,4 pieds = 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact en pouces.	Angle de tir nécessaire.	Distance en pas.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact en pouces.	Angle de tir nécessaire.
50	Hausse fixe, dont l'angle de tir = 41'36"	— 12	0° 12' 57"	550	Deuxième clapet. Hausse partielle, angle de tir = 1° 53' 26"	— 81	1° 35' 12"
100		— 20	0° 21' 44"	600		— 40	1° 45' 29"
150		— 23	0° 23' 18"	650		+ 14	1° 56' 0"
200		— 19	0° 30' 16"	700		+ 78	2° 6' 44"
250		— 6	0° 38' 44"	750	Deuxième clapet cran de mire supérieur angle de tir = 2° 30' 25"	— 78	2° 17' 58"
300		+ 15	0° 47' 34"	800		— 5	2° 29' 38"
350	Premier clapet angle de tir = 1° 9' 29"	— 37	0° 56' 52"	850		+ 79	2° 41' 32"
400		— 41	1° 6' 12"	900	On tira pour ces distances avec une hausse d'essai employée exceptionnellement		2° 53' 46"
450		+ 23	1° 15' 35"	950			3° 6' 26"
500		+ 66	1° 25' 14"	1000			3° 19' 36"

N.-B. L' « angle de tir nécessaire », qui se déduit de la combinaison des données des deux colonnes précédentes (c'est-à-dire de l'angle de hausse prescrit et de la vacillation), désigne l'angle de tir pour lequel la trajectoire passe par le point d'impact qu'on a en vue.

Fusil d'infanterie modèle 1841.

(Extrait d'un calcul des trajectoires exécuté en Prusse.)

Table 3.

Ordonnées (en pieds de 31,385 cm.) à	Trajectoires depuis 300, jusqu'à 1000 pas de 75,32 cm.							
	300	400	500	600	700	800	900	1000
100 pas	2,08	3,38	4,71	6,12	7,60	9,20	10,89	12,69
150 »	2,54	4,49	6,48	8,60	10,83	13,22	15,75	18,45
200 »	2,41	5,01	7,67	10,50	13,46	16,66	20,03	23,63
250 »	1,54	4,79	8,11	11,64	15,35	19,35	23,56	28,06
300 »	± 0	3,90	7,88	12,12	16,57	21,37	26,42	31,83
350 »		2,28	6,93	11,87	17,07	22,66	28,55	34,86
400 »		± 0	5,31	10,97	16,90	23,29	30,03	37,24
500 »			± 0	7,06	14,48	22,47	30,90	39,91
600 »				± 0	8,90	18,49	28,60	39,41
700 »					± 0	11,19	22,98	35,60
800 »						± 0	13,47	27,90
900 »							± 0	16,23
1000 »								± 0

N.-B. Les ordonnées donnent les hauteurs au-dessus de la ligne de mire.

Fusil d'infanterie modèle 1841.

Résultats d'une épreuve de tir prussienne exécutée avec des écrans de papier mince échelonnés de distance en distance et nivelés.

Table 4.

Trajectoire pour	Ordonnées (hauteurs au-dessus de la ligne de mire) en pouces de 26,154 mm. à 100 pas	150	200	250	300	400	500	600	700	800
300	25,5	29,6	26,3	16,7	± 0	—	—	—	—	—
600	68,5	—	112,7	—	128	123,7	76,5	± 0	—	—
800	104	—	187	—	237	271	244	198	76 (*)	± 0
pas de 7[illegible]										

(*) Anomalie ou erreur d'observation.

Observations brunswickoises sur les trajectoires du fusil à aiguille.

Table 5.

Trajectoires pour 300 pas de 75,32 cm.	Ordonnées (hauteurs au-dessus de la ligne de mire) en pouces de 26,154 mm. à										
	100 pas	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	400
Fusil d'infanterie prussien modèle 1841.	26	—	30	—	26	—	17	—	± 0			
Fusil brunswickois avec angle de hausse de 42′.	24	26	27	26	24	20,5	15	9	2	— 10	— 23	— 47

Le fusil brunswickois se rapproche par sa construction de la carabine à aiguille prussienne, modèle 1854. Les données ci-dessus sont fondées pour le modèle 1841, sur l'écrit de M. le premier lieutenant L. Siemens (Nouvelle méthode de tir, etc), pour le fusil brunswickois sur les communications écrites du même officier. Les nombres précédents sont évidemment des nombres ronds; leur exactitude n'est donc qu'approximative. Cependant ceux qui se rapportent au modèle 1841 s'accordent bien avec la table de tir précédente portant le n° 4.

Disposition de la hausse du fusil de fusilier prussien modèle 1860.

D'après l'instruction sur la manière de viser (bulletin de station) et les calculs du capitaine autrichien Andres.

Table 6.

Distance en pas de 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact. Pouces de 26,154 mm.	Angle de tir nécessaire.
100	Hausse fixe.	— 18	21′ 2″
150		— 17	29′ 1″
200		— 8	37′ 6″
250		± 0	42′ 6″
300		+ 20	50′ 4″
350	Premier clapet.	— 24	1° 6′ 8″
400		— 9	1° 12′ 3″
450		+ 24	1° 21′ 5″

Distance en pas de 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact. Pouces de 26,154.	Angle de tir nécessaire.
500	Deuxième clapet hausse partielle	— 36	1° 29′ 7″
550		— 9	1° 36′ 3″
600		+ 36	1° 45′ 3″
650	Deuxième clapet hausse totale.	— 60	2° 0′ 1″
700		— 12	2° 9′ 0″

Pour 800 pas et au-dessus on manque de données précises.

Les angles de hausse précédents, calculés au moyen des mesures prises sur le fusil même combinées avec l'instruction sur la manière de viser, sont à la vérité un peu trop grands pour les petites distances, mais pour les distances plus grandes ils s'accordent bien avec d'autres observations ; le travail de M. Andres qu'on vient de citer peut donc être signalé comme rationnel et approfondi.

Le capitaine *Cæsar Rüstow* donne dans son écrit « Sur les nouveaux fusils rayés de l'infanterie » pour les élévations de la trajectoire, correspondant au but en blanc de 250 pas, les mêmes nombres ronds que ceux donnés plus haut dans la troisième colonne ; l'angle de hausse nécessaire à cette distance (hausse fixe), calculé d'après la table 1, monte aussi à un peu p us de 42 minutes pour le fusil de fusilier modèle 1860.

M. *le capitaine Schœn à Dresde* nous a communiqué les nombres suivants pour les angles de hausse du *fusil à aiguille* prussien *modèle* 1841 avec la cartouche à balle oblongue : pour 200 ; 400 ; 600 ; 800 pas — 33'30" ; 1°20'37" ; 1°44'3" ; 2°28'41".

D'après l'écrit précité de Cœsar Rüstow, l'angle de tir de ce même fusil serait de 1°35' pour la dis-

tance de 600 pas avec la cartouche à balle oblongue, (Il était auparavant, c'est-à-dire avec l'ancienne cartouche et la balle courte, de 2°35'30".)

Pour le modèle brunswickois les angles de hausse sont à 300 et 600 pas, d'après les données de M. le premier lieutenant *Siemens* : 42' et 1°31' (dans l'écrit précité de M. Siemens on donne il est vrai 1°41', mais cela provient d'une faute d'impression). Les trajectoires de cette arme seraient donc encore un peu plus tendues que celles du modèle prussien original.

M. J. de *Wittenburg à Gœrlitz* a déterminé de la manière suivante les angles de hausse de la *carabine à aiguille* prusienne *modèle* 1854 (par l'examen de deux armes de cette espèce) :

pour	300	500	700	1000 pas
carabine n° 1.	51'	1°12'	2°0'	3°0'
carabine n° 2.	50'	1°23'	2°16'	3°11'.

M. de Wittenburg a trouvé les angles de ces carabines, pour 100 et 200 pas, sensiblement plus grands que ceux fournis par les modèles de fusil précédents, mais nous faisons abstraction de ces nombres, attendu que pour de si petits angles il est difficile de garantir l'exactitude des mesures prises.

Le capitaine prussien *Cursch* donne pour le modèle 1841 les angles suivants : pour 100, 200, 600 pas : 19'40"; 34'26"; 2°; et pour l'angle d'incidence à 800 pas : 2°57'28". Nous regardons ces données comme inexactes.

Nous terminons par les

Données du « Messager des armes » russe.

(1862 n° 3)

Relatives aux trajectoires et aux dispersions du fusil à aiguille prussien.

Table 7.

Armes.	Distance en pas de 75,32 cm.	Angle de hausse.	Ecart moyen à partir du point d'impact moyen en pouces de 26,154 mm.	
			Horizontal (H)	Vertical (K)
Fusils	200	33' 30"	3,14	2,60
	400	1° 20' 37"	4,74	6,44
	600	1° 44' 3"	10,13	12,41
	800	2° 28' 41"	34,76	18,10
Carabines	200	23' 46"	4,34	3,63
	400	59' 31"	8,69	7,51
	600	1° 31' 44"	10,72	11,36
	800	2° 21' 27"	13,79	25,08

Sous la dénomination de « fusils » sont compris, à ce qu'il paraît, les modèles 1841 et 1860 et sous celle de « carabines » les modèles 1849 et 1854.

D'après les données du « Messager des armes »

la vitesse initiale doit être de 945 pieds = 296,6 m. pour les fusils et de 935 pieds = 235,5 m. pour les carabines, ce qui néanmoins ne s'accorde pas bien avec les données précédentes. La vitesse initiale de la balle oblongue est en tout cas plus grande ; nous manquons ici d'épreuves qui nous soient propres.

Cette table 7 provient évidemment de la même source prussienne que les données précédentes de M. le capitaine Schœn ; ce dernier nous a donné comme écarts « moyens quadratiques » les mêmes qui sont donnés ci-dessus comme écarts « moyens. » Nous ne pouvons décider laquelle de ces deux dénominations est la bonne, mais cela importe peu ; car lors même qu'on augmenterait les nombres précédents dans la proportion de 546 : 707, c'est-à-dire d'environ $^1/_4$, pour leur donner les valeurs des écarts quadratiques (h et k), ces valeurs resteraient encore si petites que leur conséquence nécessaire serait toujours une précision remarquable de l'arme éprouvée.

La grande certitude de toucher le but avec le fusil à aiguille n'est pas douteuse ; déjà l'ancienne balle avait, malgré sa trajectoire très-courbe, une grande stabilité garantie par la forte

courbure des rayures et une très-faible dispersion même aux grandes distances (connues exactement). D'après les communications d'officiers prussiens expérimentés, un bon tireur pouvait déjà avec l'ancienne cartouche prendre pour but avec une certitude suffisante (une probabilité de 0,6 à 0,8) à la distance de 200 pas une surface de 1 pied de haut et $^1/_2$ pied de large (32 et 16 cm. environ) et encore à la distance de 600 pas une surface de 6 pieds de haut et 3 pieds de large (188 cm. sur 95), — quoiqu'on ait déjà observé pour cette dernière distance une durée de trajet de deux secondes, ce qui plaçait le point culminant à 400 pas environ et à une hauteur de 17 à 20 pieds de Prusse au-dessus de la ligne de mire.

La balle oblongue, qui a été introduite comme un ingénieux expédient, n'est centrée, comme on le sait, qu'indirectement par le sabot et sa longueur considérable lui donne naturellement une plus grande tendance à la rotation autour de son petit axe, dès que la direction dans le canon n'est pas tout à fait régulière. Il résulte de cette circonstance qu'environ 10 $^0/_0$ de toutes les balles présentent déjà à 200 pas des écarts à peu près quadruples de la dispersion moyenne ; ces projectiles mal di-

rigés dont la rotation est défectueuse arrrivent en général aux distances comprises entre 300 et 400 pas dans une position transverse et échappent à l'observation aux distances plus grandes. En revanche, 90 % des balles, c'est-à-dire toutes celles qui reçoivent une direction normale par suite d'un fonctionnement correct du sabot, décrivent des trajectoires très-régulières, ce qui explique la petitesse des valeurs moyennes de la dispersion.

Comme preuve de la grande certitude de toucher avec le fusil d'infanterie modèle 1841, nous citerons ce fait appuyé sur des observations certaines, que des hommes exercés (2me classe de l'année) d'un bataillon d'infanterie prussien ont mis à 750 pas 62 % de leurs coups dans une cible de 2,5 m. de haut et de 5 m. de large et cela sur un terrain inconnu et en estimant la distance à vue d'œil.

La tension des trajectoires est devenue, comme cela ressort des tables ci-dessus, beaucoup plus grande par l'introduction de la balle oblongue. Si l'on n'est pas encore arrivé aux trajectoires des balles de l'Allemagne du Sud, il n'en est pas moins vrai que les armes russes et plus encore les armes françaises et italiennes sont fort au-dessous des

armes prussiennes (1), même en faisant complètement abstraction de l'énorme supériorité tactique que donne à ces dernières la rapidité de leur feu (consulter sur ce point et sur d'autres les diverses ordonnances royales prussiennes relatives aux exercices en grand des troupes). Nous pensons qu'il est possible de fournir avec le fusil à aiguille 3,5 coups par minute, même dans les feux de masse, tandis qu'avec les armes qui se chargent par la bouche on ne peut compter que sur un coup ou 1,5 coup tout au plus, dans le même temps. A cette question se relie le désir, exprimé déjà à plusieurs reprises, d'un calibre plus petit (une balle plus légère), désir que partagent les officiers prussiens les plus expérimentés.

La dérivation de la balle oblongue (à droite) est, d'après une détermination qui mérite confiance :

à	300	350	400	450	500	550	600	800 pas de 75,32 cm.
	4	6	9	13	18	24	30	48 à 60 pouces de 26,154 mm

Pour la commodité de nos lecteurs nous résumons dans les propositions et les nombres suivants tous les matériaux de la présente section (1), sur

(1) Les trajectoires du fusil à aiguille sont assez exactement semblables à celles du Fusil-Enfield anglais.

(1) Nous remarquons encore spécialement que la table 3

Nouvel établissement de la hausse

du fusil d'infanterie modèle 1841.

(un pied de Prusse = 31,385 cm.; un pouce = 26,154 mm.)

Table 2.

Distance en pas de 2,4 pieds = 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact en pouces.	Angle de tir nécessaire.	Distance en pas.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact en pouces.	Angle de tir nécessaire.
50	Hausse fixe, dont l'angle de tir = 41'36''	— 12	0° 12' 57''	550	Deuxième clapet. Hausse partielle, angle de tir = 1° 53' 26''	— 81	1° 38' 12''
100		— 20	0° 21' 44''	600		— 40	1° 45' 29''
150		— 23	0° 23' 18''	650		+ 14	1° 56' 0''
200		— 19	0° 30' 16''	700		+ 78	2° 6' 44''
250		— 6	0° 38' 44''	750	Deuxième clapet cran de mire supérieur angle de tir = 2° 30' 25''	— 78	2° 17' 58''
300		+ 15	0° 47' 34''	800		— 5	2° 29' 38''
350	Premier clapet angle de tir = 1° 9' 29''	— 37	0° 56' 52''	850		+ 79	2° 41' 32''
400		— 41	1° 6' 12''	900	On tira pour ces distances avec une hausse d'essai employée exceptionnellement		2° 53' 46''
450		+ 23	1° 15' 35''	950			3° 6' 26''
500		+ 66	1° 25' 14''	1000			3° 19' 30''

N.-B. L'« angle de tir nécessaire », qui se déduit de la combinaison des données des deux colonnes précédentes (c'est-à-dire de l'angle de hausse prescrit et de la vacillation), désigne l'angle de tir pour lequel la trajectoire passe par le point d'impact qu'on a en vue.

A l'aide de ces données on pourra calculer d'après le procédé indiqué les espaces battus contre des buts de 170, 175, 180 et 250 cm. de hauteur, soit en supposant que la ligne de mire passe par le milieu du but, soit en la supposant horizontale et élevée d'un mètre au-dessus du sol, ce qui permet une comparaison exacte avec les autres armes. Nous remarquerons encore relativement aux angles de hausse que les angles de tir plus grands contenus dans la ligne *a* sont ceux qui conviennent le mieux à la plupart des fusils, tandis que ceux de la ligne *b* se rapporteraient plutôt au modèle brunswickois et aux carabines.

B. *Expériences russes.*

On a essayé en Russie dans ces dernières années une douzaine de nouveaux systèmes de chargement par la culasse et tous ont été l'objet de l'examen le plus minutieux et le plus approfondi. Les modèles examinés étaient munis en partie de canons mobiles (tournants), en partie de culasses tournantes, en partie enfin (d'après le principe du fusil à

aiguille) de mécanismes à mouvement horizontal (dans la direction de l'axe longitudinal). La cartouche spéciale (avec l'amorce) ne fut pas employée parce que tous les modèles étaient reliés d'une manière plus ou moins compliquée à des platines à percussion ordinaires. On renonçait ainsi d'avance à l'un des principaux avantages du système prussien et l'on voulait seulement obtenir une arme qui se chargeât par la culasse d'une manière commode et avec une fermeture solide en employant le mode de percussion ordinaire.

Mais ce problème plus modeste ne fut lui-même résolu d'une manière à peu près satisfaisante que par un seul des modèles essayés (d'après le système obturateur décrit plus loin). Il faut donc reconnaître que le premier mérite des épreuves russes, d'ailleurs très-intéressantes en elles-mêmes, est d'avoir constaté de nouveau et de la manière la plus positive combien la plupart des nouveaux projets de ce genre ont peu de valeur au point de vue militaire. Nous donnons les renseignements suivants qui serviront d'exemple.

Une carabine à chargement par la culasse de *Lardinus* exigeait un chargement très-compliqué, rendu plus difficile encore par les débris du papier

à cartouches, etc.; la carabine à chargement par la culasse de *Perry* exigeait un graissage et un nettoyage fréquents des parties mobiles, et malgré ces précautions la fermeture se faisait si mal que la manche gauche du tireur fut brûlée; une arme anglaise de *Leedge* fournit de meilleurs résultats, mais toute la construction en était si compliquée qu'on ne pouvait nullement songer à l'introduire dans l'armée russe; il en est de même d'une autre arme anglaise de *Mount-Storm* (si nous traduisons exactement ce nom d'après la version russe, ce qui du reste a peu d'importance). Le système de l'armurier anglais *Prince* fut celui qui se montra le moins solide et le moins susceptible d'une utilité pratique; l'arme était détériorée après un usage de courte durée par le tir lui-même; les débris du papier à cartouches, des capsules, etc., arrêtaient tout le mécanisme. Une arme à chargement par la culasse de *Fastnacht* fut mise hors de service après le 4me coup. Une autre arme de l'Américain *Sharp* (ou Sharps) permit à là vérité de tirer 200 coups sans qu'il fût besoin de la nettoyer, mais la fermeture était si imparfaite qu'il y avait une fuite considérable des gaz et que sa précision fut excessivement variable et faible.

Le fusil à chargement par la culasse de l'armurier-de-régiment russe *Batmanoff* ne pouvait être maintenu en état de marcher qu'à l'aide d'un graissage abondant et continu et ses effets n'eurent rien de remarquable. Une carabine à chargement par la culasse vendue au gouvernement russe par l'Américain *Merill* fournit à la vérité des résultats satisfaisants; mais à la condition des soins les plus minutieux dans la fabrication et d'un nettoyage fréquent de l'arme; lors de la fabrication d'un grand nombre de carabines de ce modèle, on reconnut qu'elles étaient beaucoup trop compliquées, trop susceptibles et trop chères. Deux modèles français (dont l'un avait sa culasse mobile garnie d'un obturateur en caoutchouc) présentèrent aussi le défaut général d'une fermeture défectueuse, d'un amas de débris de papier, de crasse de poudre, etc. (1).

Quelque mérite et quelque valeur scientifique que nous accordions aux épreuves russes, la courte

(1) Nous ajoutons encore ici d'après notre propre expérience que les diverses armes anglaises à chargement par la culasse, nouvellement essayées en Allemagne, ont donné des résultats aussi peu satisfaisants tant à l'égard de la fermeture qu'à celui de la précision.

indication précédente du caractère des résultats suffit pleinement à notre but et nous passons maintenant à l'examen du seul système que la commission d'enquête ait reconnu capable d'un service militaire.

Nous rencontrons souvent dans ces derniers temps l'idée mère de ce qu'on nomme « système obturateur » (d'obturare, fermer, boucher) même dans le domaine de l'artillerie : c'est l'idée naturelle d'utiliser aussi les principes de l'expansion et du refoulement pour établir une *clôture hermétique* de la charge au moment de son explosion, de sorte que les gaz se ferment eux-mêmes toute issue irrégulière vers la partie postérieure. Dans les pièces d'artillerie rayées on réussira toujours difficilement à obtenir par un assemblage correct des pièces de la culasse une occlusion postérieure durable, même pour de fortes charges, si l'on n'emploie pas comme moyen auxiliaire l'*élasticité* des corps qui opèrent cette occlusion. On connaît le rôle indispensable que joue « l'*obturateur à lame circulaire* » dans le système prussien, quoiqu'on n'emploie avec les pièces de ce système, ainsi qu'avec toutes celles qui jusqu'à présent se chargent par la culasse, que des charges relativement

faibles. Au lieu d'employer ainsi un corps accessoire que l'on renouvelle (culot, tampon, etc.), on peut sans doute aussi (comme on l'a fait, par exemple, pour la culasse à coin de la nouvelle pièce de 4 prussienne) parfaire le mécanisme au moyen de l'élasticité d'une pièce *métallique* (anneau métallique élastique ou autre procédé analogue). Nous trouvons déjà depuis plusieurs années des constructions de ce genre dans les nouveaux fusils à chargement par la culasse, projetés en Angleterre et en Amérique. Une des armes *françaises* se chargeant par la culasse, éprouvées en Russie et citées plus haut, était également construite d'après ce principe : le fond de la chambre était formé d'un cylindre creux élastique en acier qui ne se montra toutefois pas assez solide. Les douilles en cuivre et en laiton des cartouches spéciales de *Lefaucheux* ont également leur place ici. Au lieu de ces douilles minces et un peu extensibles en métal laminé, on peut aussi placer tout simplement au fond de la cartouche un tampon de feutre graissé (comme avec les armes à chargement par la culasse de *Terry* et autres) afin de recouvrir les parties métalliques de la fermeture et de la rendre bien hermétique. L'idée de placer la poudre *entre deux*

balles de plomb dont la postérieure sert d'obturateur, doit venir du Belge *Gillet*, professeur à l'école de pyrotechnie d'Anvers, et offre, ainsi que les tampons, culots etc., l'avantage évident que la pièce la plus importante de la fermeture se renouvelle à chaque coup et ne peut par conséquent pas s'user — avantage auquel se joint celui d'une cartouche aussi simple que possible, puisqu'elle n'a pas besoin d'être fermée au fond par une pièce particulière, mais seulement de contenir (comme à l'ordinaire) *une* balle derrière la poudre. Ce n'est que pour le *premier* coup qu'il faut charger avec *deux* balles; pour tous les coups suivants, c'est le projectile restant qui est chassé, et celui qui se trouve dans la cartouche sert d'obturateur et ainsi de suite.

La commission d'enquête russe s'occupa d'abord de différents modèles obturateurs fournis par des fabricants et des praticiens belges, allemands et américains qui utilisèrent l'idée de Gillet; mais on n'obtint des résultats satisfaisants qu'avec le fusil dont la description va suivre, lequel a été construit par le maître armurier de la commission, nommé Trummer, que nous connaissons particulièrement et qui possède son art à fond.

Le *fusil-obturateur russe* (Pl. 11) est presque entièrement semblable, quant à ses formes extérieures, au *fusil rayé de tirailleur* M. 1856 (Pl. 1, fig. 10) ainsi qu'on peut le voir par la fig. 10 de la Pl. 11. Le poids de l'arme est de 12 liv. 18 sol. = 4 k. 992 gr. ; il est donc compris dans la limite convenable pour un fusil de guerre destiné à un usage pratique (1).

Le calibre du canon est de 13,2 mm; il est donc moindre de 2 mm. que celui des nouvelles armes russes qui se chargent par la bouche et de 0,7 mm. que celui des fusils de l'Allemagne du Sud. Le nombre et la construction des rayures sont les mêmes que pour le fusil de tirailleur ; il en est de même de la disposition de la platine avec de légères différences dans la forme des pièces. La mince baguette en acier est destinée principalement à nettoyer le canon, mais sert aussi, en cas de besoin, à repousser la charge en arrière.

L'union du canon et de la culasse qui y est

(1) Distance du centre de gravité à la bouche : avec bayonnette 28,5 pouces anglais, sans bayonnette 31 pouces — la position de ce point est donc plus favorable dans cette arme que dans le nouveau fusil de tirailleur dont le centre de gravité est éloigné de 26,75 et de 29,75 pouces de la bouche.

vissée avec le fût, se fait au moyen de trois boucles du modèle anglais et en outre par deux vis qui traversant le bois relient la culasse à l'écusson de sous-garde ; de ces vis la postérieure (la vis de canon) traverse en *w* la queue de culasse, l'antérieure entre en *y* dans un talon brasé sous la culasse.

Nous passons maintenant à la description de la fermeture. La fig. 1 donne la coupe longitudinale de la chambre après que l'arme a été tirée et rechargée. La *boite* ou la *culasse* qui renferme le cylindre-obturateur (tampon) est vissée en A à la partie postérieure du canon. L'âme rayée (du calibre 13,2 mm.) finit en *a* où elle s'unit au vide cylindrique lisse de la chambre *a b* de 14,4 mm. de diamètre ; de *b* en *c* la chambre se rétrécit de 14,4 à 14,2 mm. Le vide cylindrique *c d*, dans lequel le tampon glisse en avant ou en arrière avec un jeu suffisant, a 16,5 mm. de diamètre. Le canal de lumière, qui n'est pas représenté dans la fig. 1, débouche à peu près au milieu de l'espace compris entre *a* et *b*, où se trouve à l'extrémité postérieure du canon un grain de lumière ordinaire. On reconnaît facilement au changement de forme de la balle antérieure, qu'elle a servi d'obturateur pour le coup précédent, et a été pressée par les gaz con-

tre l'extrémité antérieure du tampon, de manière que l'évidement s'est aplati et élargi et que la partie inférieure de la balle a produit l'obturation hermétique contre la tête du tampon. Le rétrécissement conique du vide *b c* favorise cette obturation et facilite en même temps le mouvement par lequel on repousse la balle en avant lorsqu'après avoir servi d'obturateur elle doit être employée comme projectile le coup suivant.

Le tampon (fig. 2, 3 et 11) porte à sa partie supérieure un appendice prismatique *k* surmonté de la partie transpercée *p*, qui forme la charnière du levier. Ce levier qui tourne autour de la cheville *x*, se compose de la poignée *l* et du bras aplati *m* (construits d'une seule pièce) qui s'y unit à angle droit. Quand le tampon est retiré en arrière et la poignée *l* dressée (fig. 11, n° 1), le bras de levier *m* est horizontal dans la direction longitudinale du tampon ; quand on pousse le tampon en avant la poignée est tournée et couchée, l'appendice prismatique *k* s'applique exactement dans la partie la plus étroite de l'entaille de la culasse et donne au tampon la résistance nécessaire (position fixe) dans la direction longitudinale, tandis que le bras *m* est couché transversalement et empêche la rotation

(le recul) du tampon (fig. 11, n° 2 ; c'est par erreur qu'on a mis là *h* au lieu de *k*). La forme et la destination de l'entaille sont suffisamment expliquées par ce qui a été dit ainsi que par les fig. 4 et 5. On voit par les fig. 2 et 3, que le tampon est creux dans son axe et renferme une tige mobile *n*, dont l'extrémité postérieure fait un peu saillie en dehors du cylindre. Si l'on imagine (fig. 1) que la balle postérieure soit fortement refoulée, une faible pression sur la tige en question suffira pour faire sortir son extrémité antérieure de la tête du tampon, ce qui dégagera le projectile d'autant plus facilement que le vide *cb* va en s'élargissant coniquement. Si l'on retire ensuite le tampon en arrière et si l'on met la nouvelle cartouche en place (la poudre en avant), cette dernière, lorsque le tampon sera repoussé en avant, chassera facilement devant elle le projectile qu'on vient de désigner (resté du coup précédent) et l'amènera à sa place (en *a* fig 1). Tout cela s'opère du reste en général sans aucune difficulté ; l'usage de la tige, tel que nous l'avons décrit, n'est nécessaire qu'exceptionnellement après un tir prolongé. La fonction du ressort qui ramène après chaque pression la tige dans sa position, est parfaitement visible dans la fig. 2.

Il faut encore signaler comme une particularité du mécanisme le ressort *r* (fig. 5) qui est fixé par la vis *v* sous la bande de queue *o* et est muni de deux chevilles saillantes *t* et *s*. La tige *s* entre par le dessous, comme on le voit par les fig. 1 et 5, dans la culasse et pénètre dans une cavité pratiquée sous le tampon quand on le tire en arrière, ce qui l'empêche de tomber ; pour le retirer on presse sur la cheville *t*, ce qui abaisse la cheville *s* et dégage le tampon.

Les deux modèles de balle employés par la commission sont représentés dans les fig. 8 et 9 de la Pl. 11, et ils le sont tous deux *avant* et *après* leur emploi en qualité d'obturateurs. Le calibre des deux modèles est de 13,96 mm., le vent dans la partie conique *bc* de la chambre varie donc (abstraction faite du papier) entre 0,44 et 0,24 mm., tandis qu'à l'entrée de la balle dans l'âme rayée, son diamètre se trouve réduit de plus de 0,7 mm. par la compression entre les pleins, ce qui produit nécessairement un forcement très-intense. La longueur est pour le modèle n° 1 = 25,39, pour le n° 2 = 29,19 mm. — c'est-à-dire un peu moins et un peu plus que deux calibres, avec les poids de 33,1 (n° 1) et 33 gr. (n° 2). La charge est pour les

deux modèles de 1 solotn. = 4,26 gr. La cartouche est préparée à la manière ordinaire : l'enveloppe est introduite en dessous dans l'évidement de la balle et graissée, tandis qu'en dessus elle est repliée sur la charge et collée solidement. Naturellement il n'y a pas d'enveloppe rigide autour de la poudre. La longueur totale de la cartouche est de 53 mm.

La fig. 75, Pl. 8, représente (d'après le lever que nous en avons fait nous-mêmes) la balle n° 1, tant dans sa forme tout à fait intacte (avant qu'elle soit chargée) qu'après le coup, c'est-à-dire après le *double* forcement dans la chambre et dans l'âme.

D'après tout ce qui vient d'être dit, il est clair qu'il ne faut introduire un second projectile qu'une seule fois, savoir avant le premier coup. Si ensuite, par inadvertance de la part du tireur, la cartouche était mal tournée, c'est-à-dire la balle en avant, cela n'aurait pas d'autre inconvénient que d'empêcher le coup de partir parce que le jet inflammatoire arriverait contre la seconde balle. Il faut dans ce cas repousser tout le chargement en arrière à l'aide de la baguette et retourner la cartouche. Afin que le tireur ne coure pas le danger de presser sur la détente avant que le tampon ne soit dans sa

position normale, les choses sont disposées de manière que la crête du chien vient donner contre la poignée *l*, tant que cette poignée est dressée; la platine ne peut donc être armée avant que l'on ait avancé et tourné le tampon comme on doit le faire.

La seule difficulté, suivant nous, est de savoir si l'inflammation est bien assurée quand on emploie le papier à cartouches ordinaire pour l'enveloppe de la poudre. Pour produire un jet inflammatoire aussi puissant que possible, le canal de lumière est fortement rétréci par le bas. A l'école de tir des officiers de Zarskojo-Selo on a constaté par l'expérience que la cheminée doit toujours être renouvelée après un nombre de coups qui varie de 5 à 7 cents, faute de quoi d'une part l'usure du canal amène des ratés, tandis que d'autre part (quand les coups partent) l'action postérieure de l'explosion devient si vive que les capsules jaillissent violemment en arrière et que le chien revient au cran de repos.

Il n'y a pas à la vérité d'inconvénient particulier à l'obligation d'emporter une cheminée de rechange et de la mettre en place après environ 600 coups tirés à balle — mais nous craignons que cela seul ne suffise pas pour assurer entièrement

l'inflammation, du moins pour toute espèce de capsules. Les capsules russes sont remplies d'une composition très-puissante et l'on n'a jamais employé dans les expériences faites avec le fusil-obturateur que des capsules de fabrication récente et de qualité parfaitement normale. D'après nos propres expériences sur des fusils semblables, le percement du papier de l'enveloppe de la poudre était assez incertain avec des capsules allemandes de divers modèles, quand on n'employait pas des capsules particulières dont la composition était renforcée. Le rétrécissement conique du canal de lumière ne suffisait pas pour augmenter considérablement la force du jet inflammatoire; la distance à laquelle le feu se communiquait (à de la poudre placée au-dessous de ce canal) était d'environ 5 cm. aussi bien avec la cheminée ordinaire (élargie en dessous) qu'avec la cheminée à lumière conique.

C'est là une des difficultés qui se présentent pour tous les systèmes de chargement par la culasse avec platines à percussion ordinaires. Il faut introduire la cartouche sans l'ouvrir si l'on ne veut pas que l'opération complète du chargement soit plus compliquée qu'avec une arme se chargeant par la bouche; d'un autre côté si le papier à cartouches

est fort, il n'est pas percé assez sûrement par le jet inflammatoire, et s'il est mince, il est trop faible pour fournir une cartouche solide et transportable. Un expédient que nous trouvons employé pour les cartouches anglaises s'introduisant par la culasse, consiste à faire usage d'une seconde enveloppe qui entoure la cartouche tout entière et que l'on déchire avant de charger, en sorte que la cartouche proprement dite peut être confectionnée en papier plus mince ou en une autre substance de peu d'épaisseur.

Les expériences faites à l'école de tir de Zarskoje-Selo parlent en général tout à fait en faveur du fusil-obturateur russe de Trummer. Le maniement du mécanisme n'a présenté aucune difficulté ; la fermeture s'est montrée parfaitement hermétique ; le chargement ne présentait pas la moindre difficulté après 150 coups tirés consécutivement ; il devenait même plus facile, par un temps froid, après que le canon avait été convenablement échauffé de manière que la graisse de la cartouche se ramollissait mieux. En somme la commodité du chargement, par divers temps et dans des circonstances d'ailleurs variées, fut constatée d'une manière non douteuse par une série d'épreuves

dans lesquelles on ne tira jamais moins de 100 coups consécutifs. Lors même que la balle obturatrice, après le tir terminé, restait plusieurs jours dans l'arme non nettoyée, il n'en résultait aucune difficulté pour le chargement ; l'appareil de fermeture était même impénétrable à l'humidité (ce dont on s'assura en versant de l'eau dessus). Il est très-digne de remarque qu'après 3400 coups à balle les diamètres de la chambre et de l'âme n'étaient pas encore altérés d'une manière appréciable ; toutefois afin de prévenir un élargissement de la partie *bc* (fig. 1), même dans le cas où le fusil serait traité sans ménagement, il n'y a pas la moindre difficulté à doubler cette partie en y introduisant un cylindre mince en acier qui peut être renouvelé très-facilement.

A l'égard de la *rapidité du feu* il fut constaté par un essai comparatif avec le fusil de tirailleur modèle 1856, essai dans lequel on tira avec équipement complet en prenant la cartouche dans la giberne, que des hommes exercés pouvaient tirer en moyenne 2 coups par minute avec le fusil se chargeant par la bouche et 3,3 coups avec le fusil-obturateur. On observa en outre que pour chacune des deux armes il fallait environ 15,5 secondes à

chaque coup pour prendre la cartouche et la capsule, armer, placer la capsule, viser et presser sur la détente. Tandis que le chargement proprement dit exigeait 13,5 secondes par coup avec le fusil de tirailleur et 2,5 secondes seulement avec le fusil-obturateur. Un tireur très-habile, qui plaçait les cartouches et les capsules sur une table devant lui, pouvait tirer jusqu'à 6,5 coups à la minute.

Nos lecteurs pourront voir par ces résultats que nos remarques précédentes sur la rapidité à laquelle il est possible d'atteindre dans l'exécution du feu se trouvent aussi confirmées par les expériences russes. Car si avec l'arme qui se charge par la bouche et dans les circonstances les plus favorables, des tireurs exercés tirant individuellement ont besoin d'une demi-minute pour chaque coup, il leur faudra en moyenne au moins de 40 à 50 secondes pour le tir individuel exécuté dans les circonstances de la guerre et en général une minute pour chaque salve du feu de masse. On voit de plus par les nombres précédents (d'où il résulte que la rapidité du feu est accrue seulement dans la proportion de 1 à 1,65 par le mécanisme obturateur) que la valeur tactique du principe du chargement par la culasse ne peut avoir son complet dévelop-

pement que par l'introduction d'une cartouche spéciale d'après le système prussien. D'un autre côté il est impossible de ne pas reconnaître à l'arme russe se chargeant par la culasse une supériorité marquée sur les fusils rayés ordinaires — en supposant toutefois que l'on mette de côté toutes les complications qui résultent du mode d'inflammation de la charge.

Enfin les observations qu'on vient de citer conduisent immédiatement à l'examen de l'utile question de savoir si avec le système prussien, qui est encore susceptible de mainte amélioration, le principe de l'expansion ou du refoulement ne pourrait pas être utilisé pour améliorer la fermeture (empêcher que la combustion ne s'effectue complètement que d'un seul côté, etc.) ? On ne peut naturellement pas songer à une deuxième balle et l'on ne pourrait pas davantage recommander d'adapter à la cartouche un fond compressible ou expansible (percé pour donner passage à l'aiguille et qu'il faudrait retirer après chaque coup). Mais il rentre tout à fait dans le domaine des considérations pratiques de savoir si et comment on pourrait par une modification convenable de la forme des parties

qui composent la fermeture, utiliser l'élasticité du métal, spécialement de l'acier, pour rendre l'obturation hermétique.

Nous considérons maintenant dans la table suivante les résultats du fusil-obturateur relativement aux angles de tir et aux dispersions. Le tir fut exécuté aux distances de 200, 400, 600, 800, 1000 et 1200 pas ou Arschines de 71,11 cm. avec les balles nos 1 et 2 (toujours 100 coups par distance avec chaque balle) par des tireurs très-exercés qui firent usage d'un support. Les angles d'incidence sont calculés d'après la formule donnée dans la 4me section et les rayons des cercles contenant la moitié des coups le sont au moyen des écarts quadratiques (d'après le procédé expliqué dans la 5me section) (1). Pour les distances d'un nombre impair de centaines de pas 100,300 etc., les nombres donnés ont été obtenus par interpolation. Nous ne donnons dans la table que les résultats qui se rapportent à la balle n° 1, parce qu'ils ne diffèrent pas beaucoup de ceux obtenus avec la balle n° 2.

(1) La moyenne arithmétique de h et de k est multipliée par le coefficient 1,176, parce que d'après la page 199, $R_{0,5} = 1,176\ h$.

Les angles de hausse imprimés en chiffres à trait plus épais proviennent des données fournies par le rapporteur M. Naswjetewitsch et sont ceux du *fusil de tirailleur* modèle 1856. Ils ne diffèrent pas essentiellement de nos données de la 1re section.

Résultats du fusil russe se chargeant par la culasse

[illegible]

Avec la balle n° 1 du calibre [illegible] mm., pesant [illegible] gr. et [illegible] gr. de charge.

[illegible]	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
[illegible]	95	190	284	379	474	[illegible]	664	758	853	948	1043	1138
[illegible]	0°12'	0°26'	0°39'	0°54'	1°10'	1°27'	1°45'	2°4'	2°24'	2°45'	3°7'	3°30'
[illegible]	0°16'10"	0°31'40"	0°48'20"	1°5'20"	1°23'	1°41'20"	2°0'20"	2°20'	2°40'20"	3°1'20"	3°22'20"	3°46'40"
[illegible]	0°15'	0°27'	0°45'	1°1'	1°21'	1°45'	2°7'	2°33'	2°59'	3°27'	3°57'	4°29'
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1°10'	1°20'	1°50'	2°12'	2°36'	3°2'	3°50'	4°1'	4°35'
[illegible] horizontal	0,10	0,35	0,60	0,90	1,25	1,65	2, 1	2,6	3,15	3,75	4,42	5,18
[illegible] vertical	0,24	0,50	0,81	1,16	1,55	2,00	2,52	3,12	3,81	4,52	5,34	6,28
[illegible]	0,24	0,50	0,88	1,10	1,61	2,08	2,60	3,28	3,92	4,64	5,45	6,36
[illegible]	100	100	87	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	75	65	[illegible]	44	37

Les pour-cent précédents sont calculés d'après la table de Didion pour les grandeurs de cible suivantes : hauteur de la cible pour 200 pas et jusqu'à 600 pas inclusivement, 177 cm. ; pour 700 pas et jusqu'à 1200 pas inclusivement, 213 cm. ; largeur de la cible pour 200 et 300 pas 53,3 cm. (1 homme) pour 400 pas 106,6 cm. (2 hommes), pour 500 et 600 pas 213,2 cm. (4 hommes), pour 700 et jusqu'à 1200 pas inclusivement, 426,4 cm. (8 hommes). Ces dimensions de la cible sont les mêmes que celles que nous avons déjà adoptées pour base de nos calculs dans la 4me section du 1er vol. (page 182, par exemple) ; les résultats obtenus là peuvent donc être comparés à ceux de la table précédente.

Dans le rapport de Nasjewetewitsch, qui sert de fondement au nôtre, les espaces battus sont calculés d'après la formule

$$x = \frac{D}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{4.m}{D.\,tg.\,\varphi}}\right)$$

dans laquelle x désigne l'espace battu, D la distance, m la hauteur d'homme et φ l'angle d'incidence. Mais les résultats sont trop peu d'accord avec notre calcul pour être cités ici ; peut-être le rapport

russe contient-il des fautes d'impression. Ainsi, par exemple, l'espace battu pour 800 pas est évalué à 66 pas, tandis que, d'après les angles de hausse donnés, ce même espace ne peut être que de 53 pas de 71,11 cm. contre un but de 5,5 pieds anglais = 167,6 cm. de hauteur. *Afin de faciliter la comparaison avec nos données antérieures relatives à d'autres armes, nous ajouterons encore que l'espace battu du fusil-obturateur est, pour cette distance de* 800 *pas* = 568,8 *m*, *de* 57 *pas* = 40,53 *m* = 54 *pas de* 75 *cm. contre un but de* 180 *cm. de hauteur.*

Il résulte de là, ainsi que des angles de hausse précédents en général, que les trajectoires de cette arme à chargement par la culasse sont sensiblement plus courbes que celles des fusils de l'Allemagne du Sud, qui à la distance indiquée de 800 pas = 568,8 m. exigeraient un angle d'environ 1°48′ au lieu de 2°4′. Le fusil à aiguille prussien avec la balle oblongue du calibre 13,3 mm. (1), pesant 31 gr.,

(1) Le calibre de la balle oblongue était de 13,6 mm. d'après nos mesures antérieures; nous n'avons plus trouvé que 13,3 mm. pour le plus grand diamètre de nouveaux échantillons, ce qui paraît aller de pair avec une faible réduction du calibre du canon des nouveaux modèles. En examinant différentes cartouches nous avons trouvé le poids de la charge = 4,7 à 4,9 gr.

exigerait à la même distance un angle d'environ 2°18'. Pour la distance de 1000 pas de 75 cm. = 750 m. les angles de tir des 3 armes en question sont à peu près les suivants :

	Angle de tir pour 1000 pas.
1° Fusils allemands du Sud avec la balle du calibre 13,5 mm. pesant 28 à 29 gr. et 4 gr. de charge.	2°42'
2° Fusil-obturateur russe avec la balle du calibre 13,96 mm. pesant 33,4 gr. et 4,26 gr. de charge.	2°55'
3° Fusil à aiguille prussien avec la balle du calibre 13,3 mm. pesant 31 gr. et 4,8 gr. de charge.	3°19'

Les nombres précédents peuvent, d'après la comparaison qu'ils ont subie avec des documents provenant de sources très-diverses, être considérés comme sûrs et servir à peu près de mesure pour le classement des 3 armes à l'égard des trajectoires. Si la balle oblongue prussienne, malgré sa forme avantageuse et sa charge relativement forte ($^1/_{6,4}$ tandis qu'elle est de $^1/_7$ pour le fusil allemand du Sud et de $^1/_{7,8}$ pour le fusil russe), exige de grands angles de hausse, cela prouve simplement que l'imperfection

est fort, il n'est pas percé assez sûrement par le jet inflammatoire, et s'il est mince, il est trop faible pour fournir une cartouche solide et transportable. Un expédient que nous trouvons employé pour les cartouches anglaises s'introduisant par la culasse, consiste à faire usage d'une seconde enveloppe qui entoure la cartouche tout entière et que l'on déchire avant de charger, en sorte que la cartouche proprement dite peut être confectionnée en papier plus mince ou en une autre substance de peu d'épaisseur.

Les expériences faites à l'école de tir de Zarskoje-Selo parlent en général tout à fait en faveur du fusil-obturateur russe de Trummer. Le maniement du mécanisme n'a présenté aucune difficulté ; la fermeture s'est montrée parfaitement hermétique ; le chargement ne présentait pas la moindre difficulté après 150 coups tirés consécutivement ; il devenait même plus facile, par un temps froid, après que le canon avait été convenablement échauffé de manière que la graisse de la cartouche se ramollissait mieux. En somme la commodité du chargement, par divers temps et dans des circonstances d'ailleurs variées, fut constatée d'une manière non douteuse par une série d'épreuves

tout à fait sans fondement : savoir la prétendue déviation des balles suisses par l'effet du vent (un mythe technique) et la plus grande difficulté qu'éprouvent les hommes à se servir de canons étroits.

Pour nous il n'y a pas le moindre doute que l'on *doit* et que l'on *peut* abaisser le calibre des balles jusqu'entre 11 et 10 mm. pour donner aux éminents avantages du système prussien leur entier développement, ce qui ne peut se faire qu'au moyen des trajectoires les plus rasantes et des balles les plus légères possible (20 gr. *tout au plus*).

Le mécanisme prussien du chargement par la culasse n'oppose absolument aucun obstacle sérieux à une réduction de ce genre dans le calibre. Nous attendons prochainement de M. le major Cœsar Rüstow la publication de propositions spéciales relativement à cette réforme et nous ne voulons pas anticiper sur le jugement d'un homme plus compétent qne nous en cette matière. Mais nous pouvons dire en tout cas que le raccourcissement, peut-être désirable, de l'enveloppe de la poudre (vu sa longueur dans la cartouche suisse) peut s'obtenir de différentes manières. Ainsi, par exemple, il n'est nullement nécessaire que l'enveloppe de la poudre ait exactement le même dia-

struction, remise en scène avec tant d'éclat en Angleterre, que dans la plus grande durée des rayures qui en effet ne peuvent guères être détériorées même par le mauvais emploi de la baguette. Mais nous avons suffisamment démontré qu'avec les canons en fer eux-mêmes et à plus forte raison avec ceux en acier traités avec ménagement, l'usure intérieure des rayures ordinaires est trop faible pour qu'il y ait nécessité urgente d'employer contre elle un procédé particulier. Nous n'avons du reste rien à objecter en principe contre les rayures polygonales et nous pensons qu'il est tout à fait à propos, lorsqu'on veut en faire usage, de choisir une section transversale octogonale. M. de W. propose d'ajouter dans ce cas à la base de la balle une saillie correspondant à cette section, depuis qu'il a constaté (ainsi que nous l'avons expérimenté nous-mêmes) que de longs prismes torses, tels que Whitworth en employait originairement pour les balles des armes à feu portatives, ne donnaient pas des résultats constants relativement à la précision et à la portée — du moins dans la limite des tolérances qui, au point de vue militaire, doivent nécessairement être admises aussi bien pour la construction qu'à cause

parce qu'ils proviennent d'hommes spéciaux très-compétents et très-dignes de confiance.

M. J. de Wittenburg à Gœrlitz d'abord a organisé une série d'épreuves avec des armes se chargeant par la bouche afin d'obtenir des données positives sur les questions du calibre, du pas et de l'obturation. Les résultats principaux de ses recherches sont entièrement d'accord avec nos propres vues : il a réduit successivement le calibre de ses armes à 12 — 10,4 — 10 — 8,9 mm., le poids de la balle à 23,7 — 22,8 — 18,1 — 13,2 — 9,1 gr. et acquis en définitive la conviction que le calibre suisse d'environ 10 mm., avec une balle allongée pesant environ 17 gr., une charge de 25 °/₀ et un pas de 85 calibres à peu près, est celui qui mérite le mieux d'être recommandé, même pour les armes de guerre. Quant à la balle, M. de W. a aussi reconnu que la juste proportion de longueur et de poids est l'élément qui doit véritablement servir de mesure.

Le forage polygonal, que M. de W. a également soumis à plusieurs épreuves, peut, d'après ses expériences, fournir les mêmes résultats (un peu plus élevés peut-être) que les rayures ordinaires. On ne pourrait donc chercher l'avantage de cette con-

struction, remise en scène avec tant d'éclat en Angleterre, que dans la plus grande durée des rayures qui en effet ne peuvent guères être détériorées même par le mauvais emploi de la baguette. Mais nous avons suffisamment démontré qu'avec les canons en fer eux-mêmes et à plus forte raison avec ceux en acier traités avec ménagement, l'usure intérieure des rayures ordinaires est trop faible pour qu'il y ait nécessité urgente d'employer contre elle un procédé particulier. Nous n'avons du reste rien à objecter en principe contre les rayures polygonales et nous pensons qu'il est tout à fait à propos, lorsqu'on veut en faire usage, de choisir une section transversale octogonale. M. de W. propose d'ajouter dans ce cas à la base de la balle une saillie correspondant à cette section, depuis qu'il a constaté (ainsi que nous l'avons expérimenté nous-mêmes) que de longs prismes torses, tels que Whitworth en employait originairement pour les balles des armes à feu portatives, ne donnaient pas des résultats constants relativement à la précision et à la portée — du moins dans la limite des tolérances qui, au point de vue militaire, doivent nécessairement être admises aussi bien pour la construction qu'à cause

des différences dans la qualité des armes et des munitions, et dans leur état au moment où on les emploie. Du reste, d'après toutes les expériences dont nous possédons les résultats, on peut aussi tirer dans des canons à forage polygonal des balles longues expansibles et compressibles à section transversale circulaire et avec diverses modifications dans le profil et dans le poids. Nous constatons seulement une fois de plus qu'il n'est pas encore prouvé aujourd'hui que cette construction ait une influence essentielle sur le maniement et le service commodes, sûrs et efficaces de l'arme à feu de l'infanterie, tandis qu'on peut parfaitement employer le maximum désirable de la vitesse angulaire (le minimum de longueur du pas) avec les rayures ordinaires.

Relativement à l'obturation au moyen d'un culot en carton, nous ajouterons encore d'après les renseignements fournis par M. de W. qu'il a employé des bourres annulaires en carton du calibre exact, lesquelles étaient simplement chassées contre la base de la balle dont le diamètre allait en diminuant coniquement vers l'arrière.

Avec une carabine courte et légère du calibre suisse (longueur du canon 70 cm. seulement,

poids total ne dépassant pas 4 kilos) disposé pour être chargée par la culasse et enflammée par une aiguille au moyen d'une modification du système prussien, M. de W. obtint, avec une balle pesant 17,4 gr., une charge de 3,8 gr. et une longueur de pas de 91 cm., les angles de hausse suivants qui sont à peu près les mêmes que ceux des fusils allemands du Sud et beaucoup plus petits que ceux du fusil à aiguillle prussien :

Pas de 75,32 cm.	200	300	400	500	600
Angle de hausse	26′20″	36′13″	49′	1°2′30″	1° 17′ (1)

La précision fut très-satisfaisante. La balle se dirigeait d'elle-même, sans sabot, immédiatement dans les rayures et elle était munie, à sa base, d'une capsule qui était enflammée par l'aiguille. — On peut conclure, des nombres précédents, qu'une arme de guerre de ce calibre, convenablement construite, fournirait des angles de hausse qui devraient au moins approcher de ceux du fusil suisse.

(1) Une arme semblable dont le pas avait été réduit à la longueur de 66 cm., donna des angles de hausse beaucoup *plus grands*.

M. *Henri* Kummer, à *Dresde,* que nous considérons également comme une caution digne d'une entière confiance, a fait des expériences avec une carabine à aiguille du calibre 11 mm. qu'il avait construite lui-même (forage octogonal avec un pas de 63 cm.; balle cylindrique unie pesant 22,8 gr., avec un évidement à expansion; 3 gr. de charge; poids total de l'arme, 4 kilog. 937 gr.). Il obtint, dans ces conditions, les angles de hausse suivants :

Pas de 70,8 cm.	230	450	600	700	800
Angle de hausse	22'30	1°2'	1°25'	1°38'	1°52'

Le même fusil, après que l'on eut réduit le calibre du canon à 9,7 mm. au moyen de douilles, le poids de la balle à 17,4 gr. et la charge à 4 gr., donna des angles de hausse *très-réduits,* 44' seulement, par exemple, à 400 pas = 300 m., d'où il résulte que les angles de tir étaient, en général, encore plus petits que ceux déterminés dans les épreuves de M. de W.

Avec une carabine se chargeant par la bouche (pesant à la vérité 6 kilog.), du calibre 9,7 mm., l'angle de tir, pour une balle à compression

pesant 17,4 gr., fut trouvé, par M. Kummer, de 39′ 30″ à la distance de 300 m.

Les documents précédents, auxquels nous pourrions en ajouter beaucoup d'autres semblables, prouvent seulement d'une manière plus complète que partout, — même par les expériences particulières d'hommes intelligents, versés dans la partie — on n'est pas arrivé à un résultat différent de celui que nous avons développé d'après les matériaux officiels les plus détaillés provenant des expériences techniques faites dans les armées : Les effets de l'arme à feu portative vont en croissant dans une progression presque régulière à mesure que le calibre et le poids de la balle diminuent, jusqu'aux limites d'environ 10 mm. et 17 gr. ; les armes qui se chargent par la culasse présentent le même phénomène, quoiqu'elles aient encore besoin d'améliorations particulières pour arriver tout à fait aux trajectoires rasantes des armes du plus petit calibre qui se chargent par la bouche. La limite supérieure convenable de la vitesse de rotation (si l'on veut que cette vitesse ne nuise pas au mouvement progressif) est fixée par le pas actuel des fusils suisses.

D. — LE FUSIL NORWÉGIEN A CHARGEMENT PAR LA CULASSE, MODÈLE 1860

(*Voir* planche 7).

Les armes norwégiennes se chargeant par la culasse offrent, dans leur dernier développement, une des manifestations les plus évidentes en faveur du petit calibre.

L'ancien *modèle* 1842, décrit à plusieurs reprises, du calibre 16,63 mm. (17,73 mm. y compris la profondeur des rayures), avait 6 rayures avec un pas de 105 cm.; la chambre, à forage lisse, avait 18,71 mm. de diamètre. La balle pleine B, pesant 39,88 gr., représentée pl. 7, se tirait aussi bien dans ce fusil à chargement par la culasse que dans les armes se chargeant par la bouche (fusils rayés à tige du calibre 17,73 à 18,24 mm.), c'est-à-dire dans des canons présentant une différence de calibre de 1,61 mm., d'où il suit que, pour produire l'obturation, elle était, dans un cas, comprimée d'environ 0,6 mm. et dans l'autre distendue d'environ 0,9 mm. (par la tige agissant à la manière d'un coin) — exemple instructif des qualités du plomb pour la confec-

tion des balles. La charge était de 5,98 gr. pour le fusil se chargeant par la culasse et de 4,49 gr. pour les fusils à tige. — Le modèle 1842 porte une hausse tournant autour d'une charnière et composée de deux branches, dont l'une sert de hausse fixe pour le but en blanc à 300 aunes (de 62,7 cm.), tandis que l'autre offre un clapet percé de plusieurs trous pour les distances de 400, 500, 600, 700 et 800 aunes. Cette branche plus longue, qui doit être dressée verticalement, porte diverses échancrures et une marque en laiton, pour mesurer l'image apparente d'un homme de taille moyenne (1) (par conséquent la distance). Il y a deux variétés de ce modèle 1842 : avec bayonnette ordinaire et avec sabre-bayonnette; la longueur totale est de 188 cm. pour les deux modèles ; le fusil avec sabre-bayonnette a un canon plus court de 15,6 cm.

Le modèle 1860 présente aussi deux variétés : avec bayonnette ou avec sabre-bayonnette ; le premier a la longueur de canon d'un fusil de ligne, 1 m. (y compris la culasse mobile), avec une longueur totale de 193 cm. et un poids

(1) Ce moyen et d'autres semblables sont, comme on sait, insuffisants, mais cependant pas tout à fait sans valeur.

total de 4 kilog. 360 gr. ; le second (pl. 7), une longueur de canon de 83,8 cm. (y compris la culasse) avec une longueur totale de 184 cm. et un poids total de 4 kilog. 610 gr.

La section transversale de l'âme, ainsi que celle de la chambre, est *hexagonale* ; le diamètre du cercle inscrit est de 11,77 mm. pour le canon et de 12,33 pour la chambre. Le pas est de 83,8 cm. et les rayures se prolongent dans la chambre, en sorte que la balle y commence déjà son mouvement de rotation ; son passage dans l'âme plus étroite s'opère au moyen d'un raccordement conique long de 3 mm. et se trouve facilité par la forme conique du projectile. Cette balle (désignée dans la planche par la lettre A) pèse 24,13 gr. quand elle est coulée et 24,91 gr. quand elle est fabriquée par compression ; plus grand diamètre à la base, 11,77 ; longueur, 28 ; profondeur de l'évidement, 12,55 ; largeur de l'évidement, depuis 8,47 jusqu'à 4,09 mm. ; la charge est de 4,86 gr. (1).

(1) Ainsi qu'on l'a remarqué dans la 13e section, la cartouche du nouveau fusil se chargeant par la bouche du calibre. 12,172 mm. (avec balle pleine à compression) peut aussi être tirée dans le nouveau fusil à chargement par la culasse.

La branche courte de la ***hausse*** offre, comme dans l'ancien modèle, une hausse fixe pour la distance de 300 aunes la branche longue présente dans le fusil à bayonnette de la ligne des crans de mire pour 450, 600 et 750 aunes — dans le fusil à sabre bayonnette des tirailleurs, un curseur mobile avec une graduation qui s'étend, jusqu'à la distance de 1500 aunes.

L'énorme progrès accompli par la transition au petit calibre est rendu visible par la table suivante des angles de hausse.

ANGLES DE TIR DU FUSIL NORWÉGIEN SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Distance en aunes	100	200	300	400	500	600	700	800
Distance en mètres	62,7	125,5	188,3	251,0	313,8	376,6	493,3	502,1
Modèle 1842								
Fusil de ligne	0°16'45"	0°33'40"	0°51'34"	1°10'11"	1°30'20"	1°51'40"	2°16'0"	2°43'10"
Modèle 1860								
Fusil de ligne	0°9'0"	0°18'10"	0°27'50"	0°37'40"	0°48'10"	0°59'10"	1°11'0"	1°23'30"
Fusil de tirailleur	0°9'0"	0°18'20"	0°28'20"	0°38'20"	0°49'10"	1°0'40"	1°13'0"	1°26'10"

Distance en aunes	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Distance en mètres	564,3	627,7	689,7	752,4	815,1	877,8	941,5
Modèle 1860							
Fusil de ligne	1°36'50"	1°51'10"	2°6'20"	2°22'50"	2°40'30"	2°59'30"	3°20'0"
Fusil de tirailleur	1°40'20"	1°55'30"	2°12'10"	2°29'30"	2°48'40"	3°9'0"	3°31'0"

On voit, par là, qu'on n'obtient pas tout à fait les trajectoires rasantes du calibre suisse, mais que les résultats surpassent considérablement ceux des fusils de l'Allemagne du Sud, ainsi que cela ressort de la comparaison avec les armes hessoises et bavaroises. La balle norwégienne atteint la distance de 941,5 m., sans que le point culminant de sa trajectoire s'élève à plus de 16,5 m. environ au-dessus de la ligne de mire, tandis que la balle-Podewils doit s'élever d'environ 17,5 m. au-dessus de cette même ligne pour la portée de 949 m. et la balle hessoise d'environ 17,8 m. pour la portée de 900 m. On voit également que, pour atteindre à la distance de 628 m., il faut employer un angle de tir de 1° 51′ seulement, tandis que les balles hessoise et bavaroise exigent 2° environ à la distance de 600 m. (les armes suisses n'exigent que 1° $^1/_2$ environ).

Pour les distances plus rapprochées, on peut établir la comparaison à l'aide des nombres suivants :

Fusil norwégien, M. 1860 (1) :

(1) Nous ne pouvons nous dispenser de dire ici que d'après

Distance en M.	62,7	125,5	188,3	251,0	313,8	376,6
Angle de hausse	9′	18′10″	27′50″	37′40″	48′10″	59′10″

Fusil d'infanterie suisse, M. 1863.

Distance en M.	75	150	225	262,5	300	375
Angle de hausse	8′	18′12″	29′12″	35′	41′	53′30″

On reconnaît par là que les résultats, jusqu'à présent uniques, de l'arme suisse *ne sont pas* atteints complètement, même par le modèle norwégien, mais que ce dernier n'en produit pas moins d'excellents effets et se montre bien supérieur à toutes les armes à chargement par la culasse des autres armées européennes, même en particulier au fusil à aiguille prussien qui exige, par exemple, 1° 25′ 14″ à la distance de 376 m. Cette supériorité de l'arme norwégienne ne se

les données du « *Messager des armes* » russe (n° 4 de 1862), les angles de hausse du fusil court norwégien de 1860 se chargeant par la culasse seraient beaucoup plus grands; savoir :

pour 300	400	500	600	700	800	900	1000 M.
1°19′0″	1°37′45″	1°56′2″	2°12′32″	2°38′22	3°4′12″	3°23′7″	3°53′8″

Nous avons du reste des motifs sérieux pour maintenir nos données précédentes comme exactes.

rapporte toutefois qu'à la forme des trajectoires et non à la valeur tactique complète de l'arme qui se mesure en grande partie d'après la commodité, la sûreté et la rapidité de son emploi — conditions qui ne sont nullement remplies à un degré suffisant par le mécanisme connu du chargement par la culasse norwégien. A ce point de vue important, le système prussien est encore sans rival ; le fusil à aiguille avec sa cartouche spéciale obtiendra une place exceptionnelle au-dessus de toutes les armes à feu existantes, si l'on se résout à accomplir une réforme dont on est bien près et qui ne présente aucune difficulté *en adoptant le plus petit calibre.*

(La suite au prochain numéro.)

çaient sur un terrain incapable de les supporter. Les jambes des chevaux disparaissaient dans la boue et les affûts s'enfonçaient jusqu'à l'axe. On dételait aussitôt les chevaux, on attachait des cordes aux roues, et un coup de collier suffisait pour démarrer les canons. On dut aussi leur faire traverser des fossés et des marécages, et ils ont fait 5 milles sur un pareil terrain avant d'arriver à terre ferme. Une fois dans la plaine, le général Napier fit faire halte à la division et ordonna à la cavalerie de s'avancer. Le capitaine Milward examina soigneusement les canons; il reconnut qu'ils n'avaient nullement souffert et qu'ils étaient dans le meilleur état de service...

» Un corps nombreux de Tartares prit position devant la ville; leur ligne de front s'étendait sur une longueur d'un mille et demi. Les dispositions du général Napier furent bientôt prises. L'infanterie fut formée en colonne, le régiment des Buffs partit en avant en tirailleurs; trois canons Armstrong furent placés en centre, trois autres sur la gauche et la cavalerie sur la droite.

» Les canons Armstrong du centre reçurent l'ordre d'ouvrir le feu. Je me trouvais à côté des capitaines Milward et Harrison lorsque le premier

feu adoptée par le gouvernement de la Grande-Bretagne, nous citerons la relation la plus favorable qui en ait paru. C'est une correspondance publiée par le *Times*, et dont la traduction a été donnée par la *Revue britannique* (1). Nous ferons suivre les passages que nous emprunterons à ce recueil, des observations critiques auxquelles a donné lieu le récit du journal anglais.

Les opérations étaient dirigées contre la petite ville de Sin-Ho, située sur la route de Tang-Kow à Tien-Tsin. Le général Napier et la 2ᵉ division devaient s'écarter sur la droite à 300 yards et marcher à travers la boue jusqu'à la route de Tien-Tsin.

« Le 12 août 1859, à cinq heures du matin, la division se mit en marche. L'infanterie avait de la vase jusqu'à la cheville, et, au bout de 200 yards, les caissons des canons Armstrong étaient enfoncés jusqu'à l'axe des roues. C'est en vain que les soldats s'attelèrent à des cordes, tous les efforts furent inutiles; on dut enlever les munitions et laisser les caissons dans la boue.

» Pendant ce temps les canons mêmes s'avan-

(1) *Revue britannique*, édition franco-belge, Bruxelles, 1860, livraison 22, p. 347.

« A ce moment on entendit sur la gauche l'artillerie française et celle de la première division, et les Armstrong reçurent l'ordre de cesser le feu. A la surprise générale, une troupe de 80 à 90 Tartares s'élança aussitôt sur les canons en poussant des cris sauvages. Cette attaque était si inattendue que le capitaine Stirling n'eut que le temps de tirer deux coups. Le lieutenant Mac-Gregor, à la tête de vingt-cinq cavaliers siks, s'élança contre les Tartares... et bientôt les Tartares furent dispersés...

« L'affaire étant terminée, j'ai examiné le terrain et les retranchements avec soin, pour me rendre compte des effets de l'artillerie Armstrong. Beaucoup de bombes avaient traversé les embrasures. Les blessures étaient affreuses. Un homme avait été coupé complètement en deux; un autre, touché par une bombe au milieu du corps, avait été littéralement réduit en pièces. Il y avait des chevaux dont les membres ne tenaient plus que par un lambeau de peau. L'effet des projectiles est terrible. J'ai retrouvé les différents morceaux de bombes; chacune éclate en quarante-neuf fragments, sans compter le couvercle et l'enveloppe de plomb. Tous ces fragments ont exactement la même forme et le même poids; ils ont des angles très-acérés.

coup de feu fut tiré à une distance d'environ 1,200 yards. Le pointage était défectueux, le boulet passa par-dessus la tête de l'ennemi. Mais la seconde bombe éclata juste au milieu du groupe le plus serré des Tartares, et aussitôt une demi-douzaine de cavaliers vidèrent les arçons. « Trois degrés ! » cria le capitaine Milward ; instantanément tous les canons furent pointés et pas une bombe ne manqua son coup. A droite et à gauche, sur la cavalerie et dans les retranchements, à 1,200, à 1,600 et 2,200 yards, les projectiles tombaient avec la plus grande exactitude. Le vent emportait la fumée, et toute la division put juger des effets du tir ; il fut reconnu à l'unanimité que le succès était absolu et incontestable.

« Les Tartares restèrent en place courageusement pendant dix minutes ; ils n'y purent tenir plus longtemps, et après quelque hésitation, ils prirent la résolution d'essayer de tourner nos deux ailes. Une troupe s'avança sur la route de Tien-Tsin, tandis qu'une autre arrivait sur la gauche. Cette dernière ne résista pas aux canons Armstrong ; la première s'arrêta en voyant notre cavalerie, puis tourna bride, et la batterie du capitaine Stirling la prit en flanc.

« A ce moment on entendit sur la gauche l'artillerie française et celle de la première division, et les Armstrong reçurent l'ordre de cesser le feu. A la surprise générale, une troupe de 80 à 90 Tartares s'élança aussitôt sur les canons en poussant des cris sauvages. Cette attaque était si inattendue que le capitaine Stirling n'eut que le temps de tirer deux coups. Le lieutenant Mac-Gregor, à la tête de vingt-cinq cavaliers siks, s'élança contre les Tartares... et bientôt les Tartares furent dispersés...

« L'affaire étant terminée, j'ai examiné le terrain et les retranchements avec soin, pour me rendre compte des effets de l'artillerie Armstrong. Beaucoup de bombes avaient traversé les embrasures. Les blessures étaient affreuses. Un homme avait été coupé complètement en deux; un autre, touché par une bombe au milieu du corps, avait été littéralement réduit en pièces. Il y avait des chevaux dont les membres ne tenaient plus que par un lambeau de peau. L'effet des projectiles est terrible. J'ai retrouvé les différents morceaux de bombes; chacune éclate en quarante-neuf fragments, sans compter le couvercle et l'enveloppe de plomb. Tous ces fragments ont exactement la même forme et le même poids; ils ont des angles très-acérés.

« L'ennemi a montré du courage;... mais des arcs et des flèches ne peuvent rien contre des canons rayés.

« En résumé, voici ce que cette campagne a démontré au sujet du canon Armstrong.

« Les batteries ont été embarquées sur la Tamise. Arrivées à Alexandrie, elles ont passé le désert en chemin de fer. Dans le trajet de Suez en Chine, elles ont été embarquées et débarquées à Kowloun et à Odin-Bay et cela leur était arrivé huit fois lorsqu'elles ont été mises à terre à Peh-Tang. Une batterie a ensuite été traînée pendant plusieurs milles sur un terrain impraticable. On peut donc affirmer que le canon Armstrong n'est pas un instrument trop délicat pour le service qu'il doit faire en temps de guerre.

« Le canon rayé français est magnifique, léger et maniable; c'est un progrès immense sur l'ancienne artillerie. Il pèse 600 livres françaises (5 tonnes et demie) et il lance un projectile de 8 livres. Le canon Armstrong pèse 6 tonnes, et il lance un projectile de 12 livres. Il est donc supérieur comme légèreté. Mais les trains et les caissons français sont de tous points supérieurs aux nôtres. Ils pèsent un tiers de moins, ils résistent

au service et ne sont affectés en rien par le recul du canon. Il n'y a qu'une opinion à cet égard, nos affûts et nos caissons sont trop lourds. Le canon ordinaire pèse deux fois plus que le canon Armstrong, mais l'affût est tellement léger que la différence de poids est presque égale. A cet égard, les Français ont l'avantage, et l'attention devrait immédiatement être appelée sur ce point. Là, du reste, cesse notre infériorité.

« L'artillerie française en Chine, tant les hommes que les officiers, s'est distinguée dans toutes les occasions... Ils utilisent aussi leurs canons de la meilleure manière possible.

« Ce n'est pas leur faute si le canon Armstrong l'emporte en exactitude, en légèreté, en portée, en effet destructif. Il est de fer forgé et non de bronze. ce qui le rend moins sensible au frottement du boulet. La batterie Milward a tiré 90 coups par canon en une heure et demie, et on n'essuyait les pièces que tous les dix coups. »

Le correspondant du *Times*, après avoir répété ce qu'il a dit du projectile Armstrong, qui éclate nécessairement en 49 morceaux pointus, sans compter le couvercle et et l'enveloppe de plomb, et

du pointage au moyen d'une échelle graduée, conclut en ces termes :

« Le canon Armstrong est évidemment la meilleure arme qui ait encore été employée. »

L'un des collaborateurs les plus distingués du *Journal des Débats*, M. Xavier Raymond, prenant pour texte de ses observations la correspondance publiée par le *Times*, a fait remarquer, d'abord, que si l'auteur affirme beaucoup, en revanche il s'occupe très-peu de prouver, qu'il cite très-peu de faits, qu'il effleure beaucoup plutôt qu'il ne discute aucun point spécial, et surtout qu'il oublie d'établir par des arguments, ou, ce qui vaudrait encore mieux, par des chiffres, aucune de ces comparaisons positives qui produisent la conviction dans l'esprit des lecteurs.

Les Français seuls avaient en Chine de la grosse artillerie rayée à bord des quatre petites canonnières qui avaient été envoyées dans des caisses à l'amiral Charner. C'était, sur chacune de ces canonnières, une pièce rayée de l'ancien calibre de 30 et lançant des projectiles creux du poids de 60. Les rapports officiels ne disent rien du tir des canonnières anglaises pendant la journée du 21 août, mais ils font tous l'éloge du tir des quatre petites

embarcations françaises que le vaillant amiral Page conduisit si galamment au feu, les menant si près de l'ennemi, lequel avait plus de 100 canons en batterie sur l'ouvrage attaqué, qu'elles échouèrent à marée basse, continuant le combat dans cette position où elles n'avaient aucun secours à attendre des alliés et se battant avec tant d'adresse et de bonheur qu'elles firent sauter la poudrière du grand fort de la rive gauche.

Quant à l'artillerie de campagne rayée, elle était représentée chez les Anglais par deux batteries du système Armstrong, lançant des projectiles de 12 livres, et chez les Français par quatre batteries, dont deux de l'ancien calibre de 4, et deux de l'ancien calibre de 12, lançant respectivement des projectiles du poids de 8 et de 24.

Cherchant à comparer la justesse du tir, M. Raymond remarque que le sujet est à peine abordé autrement qu'en termes généraux.

« Peut-être, dit-il, était-ce ce point sur lequel l'auteur ne se souciait pas d'insister trop vivement, car il devait se rappeler que, dans une lettre précédente, il avait raconté lui-même, et avec beaucoup de candeur, comment à Talien-Wan, sous les yeux d'officiers français, qui furent certainement très-

étonnés de ce qu'ils avaient vu ce jour-là, il a été tiré, à la distance de 800 ou de 900 mètres au plus, un certain nombre de coups du canon de sir W. Armstrong sur *un gros arbre* pris pour cible et *qui ne fut pas atteint,* MÊME UNE SEULE FOIS. »

« S'agit-il de la portée? continue M. Raymond. L'auteur ne traite pas la question ; il cite seulement des coups qui ont porté à 2,200 yards. Nous ne voulons pas regarder ce chiffre comme indiquant la portée extrême des canons Armstrong, car, dans ce cas, il y aurait à son désavantage une différence à peine croyable entre ces canons et les nôtres. Deux mille deux cents yards, c'est à peine plus de 2,000 mètres, tandis que le tir de nos pièces de campagne est réglé par la hausse à 3,200 mètres. Voilà pour le tir normal. »

M. Raymond établit ensuite que rien n'est plus facile que de porter le tir du canon français de campagne à 4,600 mètres.

Sur la rapidité du tir il s'exprime comme suit :

« Le correspondant du *Times* ne cite à cet égard qu'un seul fait : il nous apprend qu'une batterie anglaise a tiré 90 coups par pièce en trois heures et demie. C'est un beau résultat ; mais nous avons à répondre que si nous ne savons pas

encore ce que l'artillerie française a fait le même jour, nous savons de science certaine qu'à Solferino plusieurs de nos batteries ont tiré 300 coups par pièce, et qu'après un pareil tir ces pièces étaient le soir en aussi bon état que si elles fussent restées oisives pendant toute la journée. D'ailleurs cette question de la rapidité comparative du tir n'est même pas à discuter, le canon Armstrong exigeant pour la charge plusieurs temps et mouvements de plus que le canon français. Il supprime, il est vrai, le coup de refouloir à donner pour chasser la charge jusqu'au fond de la pièce, mais il nécessite en plus : 1° le détournement de la vis de la culasse ; 2° le déplacement de l'obturateur ; 3° sa remise en position, et 4° le resserrement de la vis de la culasse, — de telle sorte qu'en supposant deux canons des systèmes anglais et français, confiés à des mains également habiles, le canon français devra, dans un espace de temps donné, tirer au moins moitié en sus du nombre des coups que pourra tirer le canon anglais. »

Parlant des projectiles anglais, M. Raymond rapporte l'opinion des artilleurs français, qui les connaissent fort bien et qui, malgré la division en 49 morceaux, leur reprochent de n'avoir qu'une puis-

sance d'effet assez limitée. Voici à peu près comment ils raisonnent :

« L'artillerie de campagne doit prévoir un grand nombre d'éventualités. En action, c'est-à-dire sur le champ de bataille, où elle doit se préoccuper particulièrement des effets à produire, elle a surtout deux choses en vue : le combat contre les hommes et la lutte contre des obstacles inertes, tel qu'un édifice crénelé, un village occupé militairement, des travaux de fortification passagère, etc., etc. Ces nécessités avaient contraint jusqu'ici toutes les artilleries de campagne à avoir des pièces, des projectiles et des calibres différents : des pièces de 4, de 8 et de 12, des canons et des obusiers, des obus et de la mitraille. Aujourd'hui les progrès de l'art nous ont amenés à n'avoir plus que deux calibres : le 4 et le 12, et trois projectiles : le boulet creux, la boîte et l'obus à balles.

« Pour combattre les hommes, le système Armstrong emploie comme nous un projectile creux, destiné à faire effet de mitraille ; mais voici la différence entre ce système et le nôtre :

« Le projectile Armstrong, en supposant qu'il réussisse toujours, est construit pour se partager entre 49 éclats, tandis que notre obus est chargé

de 60 balles, et se divise lui-même, selon la moyenne, en 20 éclats qui produisent un total de 80 petits projectiles, chiffres qui suffiraient à prouver que notre mitraille est plus redoutable que celle du système Armstrong. Mais il y a quelque chose encore à ajouter, c'est que les 49 éclats du projectile anglais provenant uniquement des parois d'un boulet creux, que surprend l'explosion à un point donné de sa course, il se répandent dans l'espace comme autant de tessons de bouteille, et manquent, en tant qu'éclats, de justesse et de portée, — tandis que, dans le système français, les 20 éclats de l'obus sont seuls soumis à la même condition, et que les 60 balles qu'il porte continuent leur course, en obéissant à l'impulsion et à la direction qu'elles ont reçues dans la pièce même.

« De plus encore, en combattant des masses profondes ou des troupes rangées sur plusieurs lignes, la disposition de notre obus à balles nous permet d'obtenir, en réglant la fusée, un double effet, ou, si on l'aime mieux, des effets prolongés de puissance, de justesse et de portée que l'on demanderait en vain à la mitraille anglaise.

« Sous ce rapport, pas plus que sous les autres, nous n'avons donc rien à envier. »

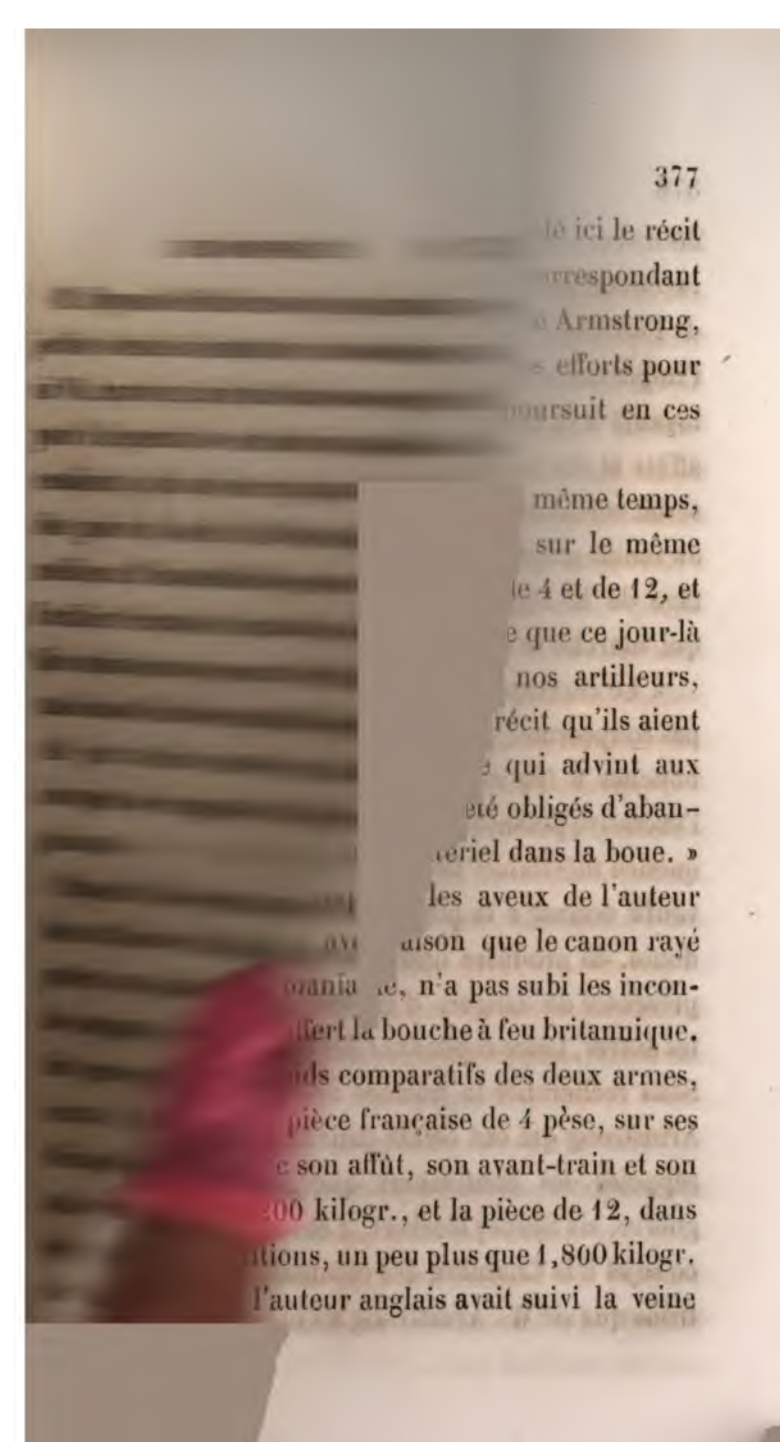
M. Raymond établit ensuite que, quant aux projectiles destinés à combattre les obstacles inertes, sir W. Armstrong n'ayant laissé dans ses projectiles, pour le logement de ses matières explosibles et incendiaires, qu'un vide en rapport avec l'épaisseur des parois du boulet, l'effet explosible est assez médiocre. D'innombrables épreuves ont donné à l'artillerie française la garantie qu'avec des projectiles moins lourds que ceux de l'artillerie anglaise, mais doués d'une force explosible plus considérable, elle peut atteindre contre un mur ou contre des ouvrages de campagne des effets beaucoup plus puissants.

Passant à la comparaison entre la solidité des deux artilleries et la facilité avec laquelle elles se prêtent aux vicissitudes de la guerre ou au service de campagne, le collaborateur du *Journal des Débats* pense qu'il n'est pas besoin de dire qu'un canon comme le canon rayé français, qui se compose d'un seul morceau de métal massif, doit être plus solide que le canon anglais composé d'au moins trois parties tenues ensemble par des chaînes et des vis.

« Si bien fabriquées que soient ces parties, ajoute-t-il, elles ne peuvent offrir autant de garantie

de discussion qu'il s'était ouverte à lui-même, en racontant au début de sa lettre la sortie de Peh-Tang de l'artillerie britannique, s'il avait bien apprécié l'importance des faits qu'il révèle avec tant de loyauté à la fin de la même lettre sur les vices des affûts et des voitures du système Armstrong, il ne serait certainement pas arrivé à cette conclusion, au moins singulière, qui lui fait revendiquer l'avantage de la légèreté pour celle des deux artilleries qui marche le moins bien.

« Le correspondant du *Times*, dit-il, semble ne pas soupçonner les relations nécessaires entre les bouches à feu et leurs affûts, ni se douter que l'excessive pesanteur des affûts anglais est une conséquence inévitable de l'excessive légèreté qu'on a voulu donner à la pièce. Il est très-séduisant, sans doute, de produire une bouche à feu, qui, sans présenter de dangers d'explosion plus grands que les autres, lance cependant des boulets plus pesants. Sans rechercher le nombre des canons du système Armstrong qui ont éclaté dans les épreuves, et sans rappeler les confessions que le ministre de la guerre, sir Sidney Herbert, a été obligé de faire sur ce sujet à la Chambre des communes, nous admettrons que sir W. Armstrong ait obtenu cet avantage



lé ici le récit
orrespondant
Armstrong,
efforts pour
poursuit en ces

même temps,
sur le même
de 4 et de 12, et
e que ce jour-là
nos artilleurs,
récit qu'ils aient
qui advint aux
été obligés d'aban-
tériel dans la boue. »
les aveux de l'auteur
aison que le canon rayé
nia e, n'a pas subi les incon-
ffert la bouche à feu britannique.
ds comparatifs des deux armes,
pièce française de 4 pèse, sur ses
son affût, son avant-train et son
00 kilogr., et la pièce de 12, dans
tions, un peu plus que 1,800 kilogr.
l'auteur anglais avait suivi la veine

de discussion qu'il s'était ouverte à lui-même, en racontant au début de sa lettre la sortie de Peh-Tang de l'artillerie britannique, s'il avait bien apprécié l'importance des faits qu'il révèle avec tant de loyauté à la fin de la même lettre sur les vices des affûts et des voitures du système Armstrong, il ne serait certainement pas arrivé à cette conclusion, au moins singulière, qui lui fait revendiquer l'avantage de la légèreté pour celle des deux artilleries qui marche le moins bien.

« Le correspondant du *Times*, dit-il, semble ne pas soupçonner les relations nécessaires entre les bouches à feu et leurs affûts, ni se douter que l'excessive pesanteur des affûts anglais est une conséquence inévitable de l'excessive légèreté qu'on a voulu donner à la pièce. Il est très-séduisant, sans doute, de produire une bouche à feu, qui, sans présenter de dangers d'explosion plus grands que les autres, lance cependant des boulets plus pesants. Sans rechercher le nombre des canons du système Armstrong qui ont éclaté dans les épreuves, et sans rappeler les confessions que le ministre de la guerre, sir Sidney Herbert, a été obligé de faire sur ce sujet à la Chambre des communes, nous admettrons que sir W. Armstrong ait obtenu cet avantage

de la légèreté dans la bouche à feu, si avantage il y a. Mais à quel prix l'a-t-il acheté? Plus sa pièce était légère, plus aussi elle était nécessairement sensible aux réactions de la poudre. Et qu'a-t-il gagné si le poids de métal qu'il parvenait à économiser sur la bouche à feu, il a été obligé de le restituer dans l'affût sous la forme encombrante et fragile du bois, que viennent alors fatiguer et détruire des réactions d'autant plus violentes que la pièce elle-même est plus légère? En artillerie, tout se tient : les affûts et les voitures sont aussi nécessaires au canon proprement dit qu'à l'homme ses bras ou ses jambes pour marcher ou pour agir ; et la meilleure artillerie sera toujours celle qui présentera, dans son ensemble, l'équilibre le mieux entendu entre tous les détails qui concourent à lui donner la puissance et la vie. »

Certes, la conclusion si juste de M. Raymond ralliera tous les avis, comme, au surplus, elle a été admise par les Anglais eux-mêmes.

En effet, à la discussion si modérée à laquelle le *Journal des Débats* avait ouvert ses colonnes, le *Daily-News* a répondu dans les termes les plus courtois, en donnant son assentiment à la plupart des observations critiques de l'honorable publiciste

français, et en avouant spontanément que l'artillerie Armstrong avait été « trop bruyamment vantée. »

« Quant aux canons rayés, établis à Aarau, sous la direction de M. le colonel Müller, *d'après le système français*, ils ont jusqu'ici donné de *très-bons résultats*. Ce sont des pièces de 4 et de 12 livres. Les essais continuent.

« Les essais ont porté sur tous les systèmes connus aujourd'hui, système français, système Cavalli, Withworth, Armstrong, etc., etc. Dans quelques jours, un dernier essai aura lieu devant une haute commission militaire, qui arrêtera définitivement son choix. Or, je crois pouvoir dire que celui-ci portera sur le canon d'après le système français, mais modifié par M. Müller, d'Aarau. Les canons Armstrong et Withworth n'ont pas répondu, tant s'en faut, à l'attente générale. »

Que recherchent avant tout dans un canon de bataille les généraux qui ont fait la guerre? La simplicité, la légèreté et la solidité.

La simplicité. Le canon prussien, on le sait, est une bouche à feu en acier fondu du calibre de 6 livres. Il se charge par la culasse au moyen d'un mécanisme compliqué qui comporte : 1° *un culot cylindrique* ou *fausse culasse*, avec anneau élasti-

…tringle, au moyen de laquelle on le … afin d'en opérer la fermeture; …eau ou *bouchon* mis sur la tête du …pêcher la fuite des gaz; 3° d'*un verrou* …versant le corps du canon en arrière …ulasse, pour servir d'appui à celle-ci … la résistance au choc des gaz; enfin …ière tournant sur pivot et fixée à l'ar…non.

…tile est de forme cylindro-ogivale et en … la partie cylindrique est enveloppée …chon de plomb qui, au moment du tir, …mpreinte des rayures et donne au boulet …ement de rotation.

…non français rayé, de campagne, est une … à feu d'une seule pièce se chargeant par la … aussi facilement qu'un canon lisse. Son pro…e est … comme celui du canon prussien; … un …ogé pesant environ 4 kilogrammes … présent… partie cylindrique 12 saillies ou …ons en … orrespondant deux par deux aux …yures …e.

Leque… deux canons est le plus simple? …'un co… mécanisme ingénieux mais fort com… … moyen de chaînes et de vis; de

qu'en France on a adopté un canon qui n'exige qu'un attelage de quatre chevaux au lieu de six et même un attelage de deux pour les bouches à feu attachées aux bataillons d'infanterie.

D'après le témoignage d'un correspondant du *Times* qui les a vues manœuvrer en Italie, ces pièces peuvent être enlevées très-aisément aux plus fortes allures, elles franchissent les plus mauvais passages, elles gravissent des hauteurs tellement escarpées que l'infanterie même a de la peine à les atteindre. La guerre de Chine a montré, à son tour, la propriété de cette bouche à feu légère, d'être roulante et manœuvrante, combattante et maniable. Dans l'attaque de la ville de Sin-Ho les pièces françaises franchirent aisément les terrains les plus difficiles, tandis que les pièces Armstrong, placées à côté d'elles, demeuraient immobiles dans la boue, malgré les efforts d'un attelage renforcé.

Qu'on ne croie pas que cette extrême légèreté nuise à la portée du boulet, car avec une charge de 550 grammes de poudre le projectile est lancé à la distance de près d'une lieue. En Allemagne même, on attribue au canon français une portée telle qu'à 3,300 mètres on peut facilement tuer un cavalier et détruire un corps de cavalerie; et rien

8° S'assurer que l'obturateur est en *bon état* et *bien placé* et pousser le culot contre la charge ;

9° Pousser le verrou ;

10° Ramener la fausse culasse en contact immédiat avec le verrou.

11° Pointer, amorcer et tirer.

Il faut, pour que ce chargement soit possible, que les projectiles ennemis ne viennent pas labourer le sol et saupoudrer de terre le canon en voie de chargement. Il faut aussi que dans l'émotion du combat le canonnier n'oublie aucun des détails de son office. S'il a négligé de replacer le verrou, s'il ne l'a pas poussé assez avant, le coup part et la culasse au risque de tuer les servants va se loger violemment dans l'avant-train, ou bien la culasse résiste, mais le mécanisme est forcé, et le canon est hors de service pour toute la durée du combat.

La légèreté. En admettant, par hypothèse, que le problème d'une fermeture hermétique et solide fût définitivement résolu, il est évident que le mécanisme auquel on doit avoir recours, pour l'obturation des canons se chargeant par la culasse, entraîne à un allongement désavantageux de l'arme et à une augmentation de poids. Et cependant l'avantage de la légèreté d'une pièce de campagne est si précieux,

qu'en France on a adopté un canon qui n'exige qu'un attelage de quatre chevaux au lieu de six et même un attelage de deux pour les bouches à feu attachées aux bataillons d'infanterie.

D'après le témoignage d'un correspondant du *Times* qui les a vues manœuvrer en Italie, ces pièces peuvent être enlevées très-aisément aux plus fortes allures, elles franchissent les plus mauvais passages, elles gravissent des hauteurs tellement escarpées que l'infanterie même a de la peine à les atteindre. La guerre de Chine a montré, à son tour, la propriété de cette bouche à feu légère, d'être roulante et manœuvrante, combattante et maniable. Dans l'attaque de la ville de Sin-Ho les pièces françaises franchirent aisément les terrains les plus difficiles, tandis que les pièces Armstrong, placées à côté d'elles, demeuraient immobiles dans la boue, malgré les efforts d'un attelage renforcé.

Qu'on ne croie pas que cette extrême légèreté nuise à la portée du boulet, car avec une charge de 550 grammes de poudre le projectile est lancé à la distance de près d'une lieue. En Allemagne même, on attribue au canon français une portée telle qu'à 3,300 mètres on peut facilement tuer un cavalier et détruire un corps de cavalerie; et rien

aisé que de porter le tir à 4,000

… La simplicité du canon français ré… faveur la question de la solidité. Ce ca… une pièce massive qui n'a rien à redou… ssitudes de la guerre. Le canon prussien … est si compliqué, son mécanisme est … que les seules manœuvres de la charge le … et le détériorent. La culasse prussienne … un défaut inhérent à tous les systèmes …, c'est que le verrou qui traverse la cu… sert d'appui au culot, n'a qu'une force de …ance très-limitée ; si on ne tire pas avec une …ble charge, la tension des gaz fausse le ver… met la pièce hors d'état de servir. Cet in…nient va quelquefois jusqu'à la rupture du … et le cas s'est fréquemment présenté dans le … des expériences de 1856, 1857 et 1858 à … Belgique).

… anglais aussi ont constaté des acci… dans l'usage des canons Armstrong … seul rapport constate que deux cu… explosion au premier coup. A Gaëte, … pour les canons Cavalli. Dans les … (à Thoune), une culasse du ca-

non Whitworth a été lancée au loin à la première décharge (1).

Dans la séance du 7 novembre 1859 du comité de défense en Angleterre, le colonel Charles Bingham, sous-chef d'état-major de l'artillerie, a déclaré que le chargement des canons à culasse mobile ne peut être confié qu'à un homme d'une grande force physique, familiarisé avec ses devoirs, et *qui, étant le plus exposé de tous les servants*, doit être parfaitement calme et impassible sous le feu de l'ennemi.

On a prétendu aussi que le chargement par la culasse est plus rapide.

Qu'on en juge : avec le canon français, on peut tirer 100 coups de suite sans avoir à nettoyer la pièce à l'eau, tandis que le canon prussien exige un nettoyage fréquent. Les tenons de zinc ne laissent aucun débris dans les rayures, tandis que la chemise de plomb les empâte après quelques coups, au point qu'il faut enlever les lambeaux de métal au moyen de grattoirs.

Les Anglais conviennent eux-mêmes que le chargement par la bouche est deux fois plus rapide

(1) *Revue Militaire de Lausanne.*

que le chargement du canon Armstrong, et on peut dire que le chargement du canon Armstrong a un avantage égal sur le chargement du canon prussien.

Si le nombre des temps nécessaires à chacun de ces chargements ne décidait d'ailleurs pas la question, les faits de guerre prouveraient le mal fondé de l'assertion. Si une batterie anglaise se fait gloire d'avoir tiré 90 coups par pièce en trois heures et demie, plusieurs batteries françaises ont tiré 300 coups par pièce dans la journée de Solferino.

Nous avons comparé les canons, comparons maintenant leurs projectiles.

L'expérience a prouvé que le projectile enveloppé de plomb est d'un transport difficile, et qu'on court risque de le trouver hors de service quand il arrive sur le lieu du combat. Cet inconvénient grave résulte de ce que le chargement d'un caisson ne peut être assez parfait pour que les chocs violents ne déforment pas la ceinture du métal mou ; le projectile français, qui est formé de métaux durs, n'offre pas ce désavantage. Le projectile à manchon de plomb a un autre défaut : fréquemment, dans le tir le plomb se sépare du fer au moment où le projectile sort de l'âme, ses lambeaux vont

frapper sur les côtés et exposent les tirailleurs engagés dans la lutte.

On a beaucoup vanté la justesse du tir du canon prussien. Cette justesse est grande en effet, mais non supérieure à celle du canon français. En cherchant à apprécier l'efficacité, l'effet utile et le danger réel du tir de ce canon, il sera facile de démontrer que, sous ce triple rapport, il est inférieur au canon français.

Le projectile prussien est, on le sait, à ceinture de plomb ; il s'introduit par la culasse. Comme il est d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'âme, il se trouve forcé dans les rayures par la déflagration de la poudre, et le plomb en se moulant sur les hélices oblige le projectile à prendre dans sa course le mouvement de rotation. Mais, à cause de la faible résistance du plomb il faut, pour que ce métal ne se déchire pas complètement dans les rayures et qu'il reste adhérent au boulet (car sans cela le tir serait extrêmement irrégulier), qu'on diminue la force de projection en réduisant la charge de poudre jusqu'au 1/10 ou au 1/12 du poids du projectile. Cette diminution dans la charge se fait aux dépens de la vitesse, et par conséquent de l'étendue de la portée. Pour regagner

ce que l'on perd ainsi en portée on augmente l'angle de tir.

L'effet de cette correction est de rendre la trajectoire plus arquée. Un projectile a d'autant plus de chances d'atteindre un fantassin, un cavalier, une batterie qu'il rase davantage le sol à hauteur d'homme : le boulet prussien ayant une trajectoire très-courbe, n'est à hauteur d'homme et, par conséquent, dangereux que dans les derniers moments de sa course, c'est-à-dire vers son point de chute ; et si dans l'appréciation de la distance on commet une légère erreur, le boulet va tomber exactement à la distance évaluée, mais il n'atteint pas le but, et cette justesse si vantée n'a rien produit d'utile.

Le canon français est plus dangereux, il est d'un effet plus plus utile. Le projectile n'est pas forcé et n'a point de ceinture de plomb, seulement il est muni de tenons. Par cette raison même, qu'il est entièrement d'un métal très-résistant et qu'il n'y a pas à craindre qu'il détraque la culasse, il peut se tirer aux plus fortes charges. La grande portée s'obtient naturellement sans relever la bouche de la pièce, et par suite la trajectoire est plus rasante, c'est à-dire qu'avant de toucher le but, le projectile se maintient plus longtemps parallèle au sol, à

hauteur d'homme ou de cheval, et qu'il est dangereux sur une plus grande longueur de sa course finale. Si l'on se trompe ici d'une centaine de mètres dans l'estimation de la distance on est encore certain d'atteindre le but, puisque tout ce qui se trouve aux environs du point de chute, et à hauteur d'homme, est touché par le projectile.

Ici nous rapportons d'après le *Moniteur universel* une expérience faite au camp de Châlons, en 1860.

On entoura de planches, au milieu des champs, un rectangle de 50 mètres de largeur sur 75 mètres de longueur, figurant ainsi l'espace couvert par un bataillon ployé en colonne par division à distance de peloton, puis on plaça le canon de campagne de 4 liv. successivement aux distances de 1,800, 2,500, 2,700 et 3,000 mètres de ce rectangle.

Sur 1,500 coups tirés à chacune de ces distances, il y eut, à 1,800 et à 2,500 mètres, 1,100 à 1,200 coups dans le rectangle ; à 2,700 et à 3,000 mètres, environ 1,000 coups ; à 1,800 mètres, le projectile se relevait après sa chute et ricochait à 900 mètres plus loin.

Ces résultats concordent parfaitement avec ceux qui ont été obtenus en Russie et en Hollande.

La culasse mobile ne peut supporter qu'une charge égale au $^1/_{12}$ du poids du boulet. Le système à chargement par la bouche supporte, au contraire, facilement une charge égale au $^1/_7$ du poids du projectile. Le boulet du premier canon reçoit donc une vitesse initiale beaucoup moindre que le projectile du second, et, par suite, sa force de pénétration au point d'arrivée est moins grande.

C'est donc en conformité avec la théorie comme avec la pratique, que l'on a pu dire que la brèche de Juliers a demandé plus de temps et de projectiles avec le canon rayé prussien du calibre de 24 livres que la brèche faite à Douai avec le canon français du calibre de 12. C'est avec non moins de fondement que l'on a pu inscrire dans des rapports officiels que le canon rayé français, si léger, du calibre de 4, a fait brèche à 140 mètres de distance dans des murailles de fortifications faites de pierres dures.

Le canon rayé que la France destine à la guerre de siége nous paraît d'une efficacité fort respectable. Il est du calibre de 12 liv. et le projectile à tenons pèse 11 kilog. Dans une expérience faite à La Fère, il a fait brèche en 5 heures, ne brûlant que 500 kil. de poudre, tandis que le canon lisse

ligne avec âme sans rayures, la partie concave de la courbure étant en dessous.

Avec cette disposition, le projectile, par suite de son inertie en chaque point de son plus grand diamètre, tend à parcourir dans l'instant suivant la tangente à la trajectoire. Mais comme la résistance de la paroi curviligne du canon force le projectile à suivre constamment l'élément rectiligne voisin, il en résulte normalement à la surface supérieure courbe de l'âme, une pression qui se combine avec la force centrifuge.

Dans le cas d'une grande vitesse du projectile, une légère courbure de l'âme suffit pour lui imprimer une vitesse angulaire de rotation sensible. Si la courbure forme un arc de cercle, le rayon de ce dernier doit avoir au moins 7 mètres dans le cas du canon de 6, pour que le projectile ait plus de 100 tours de rotation par seconde. Pour une longueur d'âme de 1 mètre 60, la vitesse du centre de gravité sera de 613 millim., et cette vitesse peut servir de mesure au mouvement de translation imprimé par la force centrifuge du projectile. Dans ce cas, les deux axes du projectile sont de 148,5 et de 37,1 millim., le vent en direction horizontale et verticale de 2 millim., le poids du

d'inertie, en assure la stabilité; que la direction de l'axe de rotation perpendiculaire au plan vertical de tir évite les déviations; enfin que si le mouvement de rotation est tel que la partie antérieure du projectile tourne de bas en haut, la direction de la rotation exerce une plus grande pression de l'air contre la partie inférieure du projectile que contre sa partie supérieure (dans la fig. 2, la flèche droite représente la direction du mouvement de translation et la flèche courbe celle du mouvement de rotation), et il en résulte par suite un soulèvement du projectile qui en augmente la portée.

M. San Roberto prend pour section méridienne du projectile, la figure d'une demi-ellipse qu'il préfère à celle d'un triangle équilatéral ou d'un ovale, et il admet que la résistance de l'air contre un ellipsoïde dont les deux axes sont dans le rapport de 4 à 1, est à celle exercée contre un boulet de même poids comme 0,30238 : 1.

Pour qu'un projectile remplisse les conditions énoncées ci-dessus, il faut que la section verticale de l'âme du canon soit semblable à celle du projectile, mais comme avec une âme rectiligne à pareille section le mouvement de rotation n'aurait pas lieu, on a donné à la pièce une forme curvi-

ligne avec âme sans rayures, la partie concave de la courbure étant en dessous.

Avec cette disposition, le projectile, par suite de son inertie en chaque point de son plus grand diamètre, tend à parcourir dans l'instant suivant la tangente à la trajectoire. Mais comme la résistance de la paroi curviligne du canon force le projectile à suivre constamment l'élément rectiligne voisin, il en résulte normalement à la surface supérieure courbe de l'âme, une pression qui se combine avec la force centrifuge.

Dans le cas d'une grande vitesse du projectile, une légère courbure de l'âme suffit pour lui imprimer une vitesse angulaire de rotation sensible. Si la courbure forme un arc de cercle, le rayon de ce dernier doit avoir au moins 7 mètres dans le cas du canon de 6, pour que le projectile ait plus de 100 tours de rotation par seconde. Pour une longueur d'âme de 1 mètre 60, la vitesse du centre de gravité sera de 613 millim., et cette vitesse peut servir de mesure au mouvement de translation imprimé par la force centrifuge du projectile. Dans ce cas, les deux axes du projectile sont de 148,5 et de 37,1 millim., le vent en direction horizontale et verticale de 2 millim., le poids du

boulet de 3 kilog. et le poids de la charge de 1 kilog.

Ce système de construction basé sur le principe de la force centrifuge, a l'avantage de ne produire que le mouvement de rotation du projectile ; le projectile éprouve le minimum de résistance de l'air, il conserve la plus grande stabilité dans sa rotation, et on obtient une portée extraordinaire jointe à une justesse plus grande de tir. Toutefois, ce système rencontrera de grandes difficultés de fabrication pour assurer au canon le chargement et le nettoyage par la bouche ; et, à cause du peu d'espace qu'offre l'intérieur du projectile, il exclut complètement l'usage des projectiles creux et notamment le tir des obus à balles et des boîtes à balles.

Déjà, en 1861, en France, la commission permanente d'artillerie de Gavre a fait une série d'expériences à l'effet de remplacer les canons Paixhans qui étaient seuls employés pour l'armement des flottes ; ces canons, animés d'une grande puissance destructive contre les vaisseaux de bois, restaient insuffisants depuis l'introduction dans la marine des bâtiments cuirassés.

Pour percer les plaques de fer de dix à douze centimètres d'épaisseur qui recouvrent les nou-

veaux vaisseaux, il fallait un projectile très-pesant, doué d'une extrême vitesse. Or, cette vitesse ne pouvait être obtenue que par une forte charge de poudre, que n'auraient pas supporté, sans se rompre, les bouches à feu de fonte dont la marine fait usage. M. le colonel Treuille de Beaulieu a résolu le problème. Se souvenant des bombardes cerclées, employées au XIVe siècle, il a eu le premier l'idée, pour rendre les pièces de fonte inexplosibles, de les émenaucher extérieurement, depuis la culasse jusqu'au tourillon, c'est-à-dire dans toute la partie exposée à éclater sous les efforts de la charge, d'une suite de ces anneaux d'acier sans soudure, inventés par MM. Petin et Gaudet pour le bandage des roues. La nouvelle bouche à feu ainsi cerclée, puis rayée pour l'emploi du projectile de fer à tenons de zinc, a été expérimentée à Gavre et à Lorient.

Les résultats en ont été pleinement satisfaisants, et, grâce à cette nouvelle création, la marine française a été dotée de canons rayés indestructibles, dont les projectiles pénètrent avec la plus grande facilité les plaques de doublage des vaisseaux blindés.

Aujourd'hui, il est question de compléter l'ar-

mement de la marine au moyen de canons rayés d'acier fondu.

L'acier résistera-t-il comme la fonte cerclée? C'est le problème à résoudre.

Quant à la portée qu'on dit être de douze mille mètres, elle s'expliquerait par le calibre qui est de 30, et la force de la charge. En effet, le canon rayé de 24, du système français, a donné des portées de huit à dix mille mètres, lors des expériences tentées à Gavre et à Lorient.

On le voit, l'artillerie française ne songe nullement à abandonner un système qui satisfait à toutes les éventualités, et que la plupart des puissances ont déjà adopté, d'après l'imitation plus ou moins parfaite qu'elles ont réussi à s'en procurer.

Pour en avoir le dernier mot, les expériences dans les treize polygones, en France, ont été, dans ces derniers mois, poussées à outrance. Il a été tiré jusqu'à soixante mille coups, et les rapports ont été unanimes à constater la puissance et la justesse inouïes du canon rayé à charge par la bouche, avec projectile de fer à tenons de zinc.

(*La suite au prochain numéro.*)

DE LA PROFESSION DES ARMES.

(Suite. — Voir le numéro du 15 novembre, page 300.)

En constituant les communes, les monarques se créèrent dès lors des ressources ou des revenus pour le service public ; ils augmentèrent leurs forces par le contingent militaire auquel elles étaient obligées, et se donnèrent un appui important dans la classe moyenne. Par la suite, la difficulté d'une confédération entre les municipalités, les dissensions intestines dans chacune d'elles, et l'obligation de recourir à l'autorité du trône dans toutes les querelles avec les seigneurs, amenèrent la décadence de l'institution et l'accroissement progressif du pouvoir de la couronne.

Les milices communales composées de tous les contingents fournis par les villes, et qu'on peut estimer en moyenne s'être élevées plus tard à 500 hommes environ par commune, tous à pied,

et armées d'arcs et d'arbalètes, ont été le fondement des forces permanentes établies en France.

Les villes indépendantes des seigneurs féodaux furent fortifiées, et l'on répartit la défense et les travaux entre les confréries des divers métiers, chaque membre ayant d'ailleurs le devoir de défendre sa propre profession. On organisa aussi la défense de diverses cités dont les rois devaient faire les frais.

Louis VI fut un souverain si éclairé qu'il contribua à la civilisation de son pays, en même temps qu'il était engagé dans des guerres continuelles. Il permit à la voix de l'homme sage d'expliquer les mots de *patrie* et de *liberté* jusque dans sa cour, et la femme, qui cessa d'être exclue des héritages, obtint un surcroît de considération.

Louis VII, dit *le Jeune*, fils de Louis VI, monta sur le trône en 1137, et eut, outre les croisades, des guerres perpétuelles pendant son règne qui dura quarante-trois ans.

La civilisation faisait peu de progrès, quoique les idées nouvelles s'infiltrassent lentement dans le pays, le pouvoir des seigneurs allait en diminuant, tandis que l'autorité royale augmentait et améliorait l'armée dans laquelle on comptait, à la fin de

à sa solde. Il gagna, en 1214, la bataille de *Bouvines*, entre Lille et Tournay, avec 3000 ribauds, 8000 cavaliers, 1500 écuyers montés, et plus de 12,000 hommes de la milice des villes, contre des forces supérieures commandées par les plus puissants vassaux et l'empereur Othon.

C'est à ce prince éclairé que l'Occident a dû la restauration des sciences militaires; quelques historiens lui attribuent l'invention des tranchées comme ouvrages d'approche pendant les siéges; il développa l'usage des mines qui étaient déjà connues dans les anciens temps.

Saint Louis ou Louis IX, fils de Louis VIII et petit-fils de Philippe-Auguste, occupa le trône de 1226 à 1270, soutenant de grandes guerres, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, contre les infidèles. Il fit porter à deux mois la durée du service des troupes féodales qui avait été fixée antérieurement à quarante jours.

La part qu'il prit aux guerres des croisades ne l'empêcha pas de s'appliquer avec zèle au progrès de la civilisation, et de réunir le premier des assemblées politiques auxquelles assistèrent les députés du peuple.

Le règne de Louis IX a commencé la période mo-

effective sur presque toute la France. A dater de cette époque, l'hérédité monarchique exista ; car antérieurement la couronne était élective, si bien que, depuis le premier des Capets, tous les rois de France faisaient consacrer à l'avance l'élection du fils qui devait leur succéder, afin que son droit à la couronne ne fût pas contesté après leur mort.

Philippe-Auguste fit constituer, en 1200, l'Université de Paris, foyer de civilisation dont la lumière répandue sur le peuple contribua à dissiper les ténèbres de l'ignorance.

Au siége de Saint-Jean-d'Acre, qui fut prise en 1191, pendant la troisième croisade, ce monarque avait eu l'idée de faire environner le fossé de la place d'une ligne permanente faite de terre, de pierres et de briques, tandis que jusque-là on n'environnait les places assiégées que d'une ligne courbe faite de pavois ou de grands boucliers, derrière lesquels se plaçaient les archers, pour resserrer peu à peu l'ennemi, en s'approchant du fossé que l'on remplissait pour donner l'assaut.

En revenant de la croisade Philippe-Auguste rapporta en France les machines de guerre les plus avantageuses.

Ce monarque eut aussi des troupes d'aventuriers

ment armés de pièces défensives, qui maniaient la lance, l'épée, la hache à deux tranchants et la dague, quand ils étaient séculiers, et seulement la massue quand ils étaient ecclésiastiques, afin d'intimider l'ennemi sans être obligés de répandre le sang. La classe des servants accompagnait les seigneurs et formait la grosse cavalerie.

L'usage du heaume, de l'épée et de la lance, était interdit à ceux qui n'exerçaient pas la profession des armes et n'étaient pas nobles, les vilains ne pouvaient se battre qu'avec la hampe et à visage découvert ; de là est venue l'idée d'affront attachée à recevoir un soufflet.

L'infanterie était recrutée parmi les domestiques des cavaliers, et les paysans commandés pour le service militaire. Elle était armée d'une épée plus courte que celle des nobles, et se servait de l'arc, de l'arbalète, de la fronde et de la masse d'armes. On ne tarda pas à la revêtir d'une armure défensive.

Les combats commençaient par des escarmouches de fantassins, qui s'avançaient vers le front et le flanc de l'ennemi, rangés sur une, deux ou trois lignes très-espacées l'une de l'autre, chaque soldat laissant entre lui et son voisin un grand vide dans

narchique qu'on a appelée la monarchie *des États*.

Il mit à la tête des forces militaires qu'il avait à sa solde un chef unique, auquel il conféra le titre de *grand maître des arbalétriers*. Cette mesure qui centralisait le commandement, ne fut pas du goût des troupes à pied, qui n'auraient pas voulu avoir pour chef un cavalier toujours prêt à les abandonner.

Saint Louis connaissait quelques règles de la stratégie. C'est ainsi qu'en 1248, il attaqua par l'Egypte les infidèles maîtres de la terre sainte, les prenant à revers au lieu de les attaquer de front.

Le pouvoir royal continua à se fortifier aux dépens de la féodalité. Les guerres extérieures prirent de l'extension. Philippe III, dit le Hardi, fils de Louis IX, monté sur le trône en 1270, fit la guerre à la Navarre et à la Castille, ce qui affermit beaucoup le pouvoir royal. C'est sous son règne que fut expédiée la première lettre qui ait conféré la noblesse à un plébéien ; mais le roi édicta en même temps une ordonnance qui déclarait les nobles seuls aptes à servir dans la cavalerie.

Cette arme était composée de plusieurs classes.

La classe des seigneurs, qui était la première et la principale, comprenait les cavaliers complète-

ment armés de pièces défensives, qui maniaient la lance, l'épée, la hache à deux tranchants et la dague, quand ils étaient séculiers, et seulement la massue quand ils étaient ecclésiastiques, afin d'intimider l'ennemi sans être obligés de répandre le sang. La classe des servants accompagnait les seigneurs et formait la grosse cavalerie.

L'usage du heaume, de l'épée et de la lance, était interdit à ceux qui n'exerçaient pas la profession des armes et n'étaient pas nobles, les vilains ne pouvaient se battre qu'avec la hampe et à visage découvert ; de là est venue l'idée d'affront attachée à recevoir un soufflet.

L'infanterie était recrutée parmi les domestiques des cavaliers, et les paysans commandés pour le service militaire. Elle était armée d'une épée plus courte que celle des nobles, et se servait de l'arc, de l'arbalète, de la fronde et de la masse d'armes. On ne tarda pas à la revêtir d'une armure défensive.

Les combats commençaient par des escarmouches de fantassins, qui s'avançaient vers le front et le flanc de l'ennemi, rangés sur une, deux où trois lignes très-espacées l'une de l'autre, chaque soldat laissant entre lui et son voisin un grand vide dans

chaque ligne. Les cavaliers se lançaient dans la carrière sur une seule ligne, en ayant une autre composée de leurs écuyers qui était destinée à les soutenir avec tout le zèle et la promptitude nécessaires. Quand l'ennemi était enfoncé on le poursuivait. Les fantassins étaient chargés d'exterminer ceux qui tombaient de cheval pendant la fuite ; de leur côté ils étaient tués sans pitié quand les leurs avaient eu le dessous.

Philippe IV, dit *le Bel,* régna de 1285 à 1314. Toujours en guerre avec l'Angleterre, l'Allemagne, l'Aragon, la Castille, la Sicile, Naples et la Flandre, il eut plusieurs querelles intestines, mais la principale fut avec le pape. Pour soutenir ses luttes acharnées, Philippe IV porta la durée du service des troupes féodales à quatre mois.

L'ordre des Templiers fut supprimé par le pape en 1312. C'est ici le lieu d'observer que, fondé en 1118 par des croisés français qui avaient juré d'employer leurs vies et leurs biens à la défense de la Terre-Sainte, il avait acquis des richesses immenses ; les chevaliers n'ayant plus égard à leurs vœux religieux, avaient abandonné les habitudes de la guerre, se livraient au luxe, à la mollesse, aux excès de table, et commettaient même des

L'infanterie était si dépréciée et l'art de la guerre si arriéré, que l'on peut à peine croire ce qui arriva à la fameuse bataille de *Cércy* livrée et perdue par Philippe VI, en 1346, contre Édouard III. L'avant-garde française, composée d'archers génois, n'avançait pas aussi vite que l'eût désiré le roi. Emporté par une colère furieuse, il cria à ses chevaliers : *Tuez toute cette ribaudaille qui nous barre le chemin*, et la noblesse chargea sa propre infanterie et la mit en pièces. Mais les Anglais défendirent leurs positions en faisant un horrible carnage. Le roi de Bohême, allié des Français, fit attacher son cheval aux chevaux de deux de ses écuyers, et chargea avec tant d'impétuosité qu'il périt avec la fleur de ses compagnons. Les Français laissèrent sur le champ de bataille 11 princes, 80 chefs de bannière, 1200 chevaliers et 30,000 soldats. On compta parmi les morts le roi de *Bohême,* le duc de *Lorraine*, les comtes d'*Alençon,* de *Flandres,* de *Blois,* d'*Aumale,* d'*Harcourt*, de *Bar*, de *Savoie* et beaucoup d'autres ; les archevêques de *Nîmes*, de *Sens*, et quelques autres prélats.

C'est dans cette bataille qu'on se servit, pour la première fois en France, de machines d'une sorte

sidéré à bon droit comme ayant le premier fait reposer l'obéissance des peuples envers la monarchie absolue sur les bases du droit parlementaire.

Charles IV, dit *le Bel*, troisième fils de Philippe le Bel, mourut en 1328, après avoir succédé à ses frères, Louis X (le Hutin) et Philippe V, dit *le Long*, qui ne firent que des guerres peu considérables; la détresse du trésor et les troubles de l'intérieur firent accorder plusieurs concessions aux États-généraux. Déjà la couronne avait assuré son pouvoir sur les grands, mis un terme à leurs exactions; quelques-uns avaient payé leurs méfaits de leur tête. Charles IV érigea en duché-pairie le domaine héréditaire des sires de Bourbon, dont la famille était une des plus considérables du royaume et se rattachait à la famille royale par Robert, sixième fils de saint Louis.

Avec Charles le Bel s'éteignit la descendance directe des Capétiens : une branche collatérale occupa le trône de la nation agrandie. La France dominait les Flandres et exerçait le protectorat de l'Écosse et la suzeraineté des provinces féodales que l'Angleterre possédait sur le continent. Philippe VI, dit *de Valois*, fut le premier monarque de la branche des Valois.

L'infanterie était si dépréciée et l'art de la guerre si arriéré, que l'on peut à peine croire ce qui arriva à la fameuse bataille de *Cércy* livrée et perdue par Philippe VI, en 1346, contre Édouard III. L'avant-garde française, composée d'archers génois, n'avançait pas aussi vite que l'eût désiré le roi. Emporté par une colère furieuse, il cria à ses chevaliers : *Tuez toute cette ribaudaille qui nous barre le chemin*, et la noblesse chargea sa propre infanterie et la mit en pièces. Mais les Anglais défendirent leurs positions en faisant un horrible carnage. Le roi de Bohême, allié des Français, fit attacher son cheval aux chevaux de deux de ses écuyers, et chargea avec tant d'impétuosité qu'il périt avec la fleur de ses compagnons. Les Français laissèrent sur le champ de bataille 11 princes, 80 chefs de bannière, 1200 chevaliers et 30,000 soldats. On compta parmi les morts le roi de *Bohême*, le duc de *Lorraine*, les comtes d'*Alençon*, de *Flandres*, de *Blois*, d'*Aumale*, d'*Harcourt*, de *Bar*, de *Savoie* et beaucoup d'autres ; les archevêques de *Nîmes*, de *Sens*, et quelques autres prélats.

C'est dans cette bataille qu'on se servit, pour la première fois en France, de machines d'une sorte

d'artillerie très-lourde dont la poudre lançait des projectiles.

Après Philippe, Jean le Bon et Charles V, dit le Sage, montèrent sur le trône. La guerre fut sans répit, sauf quelques intermittences sous le règne du roi Jean. La noblesse avait beaucoup perdu de son esprit belliqueux. L'art de la guerre, tombé avec l'empire romain, avançait très-lentement ainsi que les sciences et les arts. Il y avait très-peu de discipline parmi les troupes, parce qu'on avait stipendié des forces étrangères.

On acheta les *grandes compagnies*, bandes d'aventuriers qui désolaient le pays, et on les envoya en 1365 en Espagne, sous les ordres du fameux général Bertrand *Du Guesclin*, pour rétablir sur le trône de Castille Henri de Transtamare, dit *le Bâtard*, à la place de son frère Pierre-le-Cruel. Chales V se servit de plusieurs petits corps d'armée pour expulser les Anglais de son royaume, d'après un plan fort sage. Il créa en 1373 les premières compagnies de *gendarmerie* qui étaient composées de gentilshommes à cheval.

Le règne de Charles VI, dit l'*Insensé*, dura de 1380 à 1422 et fut un temps calamiteux pour la France, par suite des luttes cruelles et sanglantes

petits détachements sur les flancs et en tête de la grosse cavalerie.

Quoique la poudre ait été en usage dans les armées dès le quatorzième siècle, l'artillerie, en raison de son peu de mobilité, n'était employée que pour défendre des positions permanentes. Mais, dès 1440, on allégea la construction des affûts et elle fut, quoiqu'en très-petite quantité, employée dans les batailles.

Louis XI, fils de Charles VII, lui succéda en 1461. Avec lui finit le moyen âge et commencent les temps modernes. Ce fut la gloire de son règne de cimenter les pouvoirs de la nouvelle France et de faire disparaître les anciens. Avec un petit nombre de troupes bien organisées et disciplinées il mit fin aux restes de la féodalité. Après avoir soumis l'aristocratie, il s'occupa d'améliorer la condition du peuple, et on le vit même choisir ses ministres et ses conseillers dans les rangs les plus humbles de la société.

Il était taciturne, d'un caractère sombre et rusé, sévère, réservé. On peut attribuer la tristesse qui le dominait aux remords que lui inspirait sa conduite comme dauphin, et sa révolte contre son père. Il préférait les moyens diplomatiques à tou

Le roi Charles VII édicta des lois somptuaires. Il fixa particulièrement son attention sur l'organisation et la discipline des troupes qui ravageaient tout dans leurs marches. Il créa en 1445 l'armée permanente avec *les compagnies d'ordonnance* qui relevaient du pouvoir royal, et enlevaient l'influence aux capitaines et chefs particuliers qui les instituaient auparavant. Cette mesure qui assurait la marche progressive de la civilisation fut, ainsi qu'en Espagne, le coup de mort de la féodalité. Comme la cavalerie dominait dans les armées, il forma quinze compagnies de cent lances. Chaque lance comportait trois archers, un écuyer et un page montés, équipés et armés, dont la solde était payée par un gendarme, cavalier du Roi. Au commencement l'infanterie forma un corps de 4,000 archers. Pour entretenir ces troupes, il établit, d'accord avec les propriétaires, un impôt perpétuel. La grosse cavalerie ou gendarmerie, qui n'était composée que de cavaliers, combattait par files espacées de quarante pas entr'elles, et avec des vides entre chaque combattant qui se réunissaient quelquefois en peloton. La cavalerie légère composée des autres servants de chaque lance combattait par

petits détachements sur les flancs et en tête de la grosse cavalerie.

Quoique la poudre ait été en usage dans les armées dès le quatorzième siècle, l'artillerie, en raison de son peu de mobilité, n'était employée que pour défendre des positions permanentes. Mais, dès 1440, on allégea la construction des affûts et elle fut, quoiqu'en très-petite quantité, employée dans les batailles.

Louis XI, fils de Charles VII, lui succéda en 1461. Avec lui finit le moyen âge et commencent les temps modernes. Ce fut la gloire de son règne de cimenter les pouvoirs de la nouvelle France et de faire disparaître les anciens. Avec un petit nombre de troupes bien organisées et disciplinées il mit fin aux restes de la féodalité. Après avoir soumis l'aristocratie, il s'occupa d'améliorer la condition du peuple, et on le vit même choisir ses ministres et ses conseillers dans les rangs les plus humbles de la société.

Il était taciturne, d'un caractère sombre et rusé. sévère, réservé. On peut attribuer la tristesse qui le dominait aux remords que lui inspirait sa conduite comme dauphin, et sa révolte contre son père. Il préférait les moyens diplomatiques à tou

autre pour terminer ses différends : cependant quand il était obligé d'y recourir il employait avec à propos la force des armes. Sa préoccupation la plus vive était d'améliorer l'organisation de l'armée, et d'établir l'équilibre entre l'influence des grands et celle du peuple. Il favorisa beaucoup l'industrie et le commerce, construisit des routes grandes et larges, établit les postes, et introduisit l'imprimerie.

Il prit à sa solde un corps d'infanterie suisse de 6,000 hommes ; ces troupes à pied avaient acquis une grande supériorité sur la cavalerie qui était l'arme principale des temps féodaux. Jusqu'à Louis XI le mépris de l'infanterie avait été porté si loin que jamais les chevaliers n'avaient voulu la commander.

Les évolutions tactiques des forces collectives commencèrent à cette époque : les combats individuels disparurent pour ainsi dire complètement, les joûtes et les tournois qui étaient auparavant les seuls exercices militaires, perdirent leur prestige.

Louis XI mourut en 1483, laissant un grand royaume respecté. L'Italie le craignait, il était allié avec la Castille et l'Aragon, le pape désirait vivement son amitié, les rois de Bohème, de Hongrie

troupes espagnoles commandées par Fernand de Cordoue, *le grand capitaine* qui venait de relever l'art de la guerre de la prostration où il était tombé, en généralisant l'usage des armes à feu et en formant d'excellents généraux par son exemple.

Avec Louis XII s'éteignirent les derniers restes de la monarchie féodale.

François I[er] occupa le trône en 1515 : ses vingt ans, sa figure martiale, son caractère chevaleresque, sa valeur, ses penchants belliqueux et d'autres bonnes conditions donnèrent lieu de croire qu'avec une armée aussi puissante qu'était alors l'armée française, il allait faire de grandes conquêtes et établir sa suprématie en Europe. C'est ce qui serait arrivé inévitablement si ce souverain et ses armées n'avaient pas eu à combattre l'empereur d'Allemagne, Charles-Quint, Charles I[er] d'Espagne et les invincibles *tercios* espagnols avec leurs fameux généraux.

Les deux monarques avaient des prétentions égales à la domination : tous deux voulaient rétablir l'empire germanique ; mais le ciel voulut que François I[er] fût vaincu, au point qu'il fut obligé de rendre son épée à un soldat espa-

pereur d'Allemagne, les Vénitiens et surtout Ferdinand-le-Catholique. Obligé de battre en retraite et de repasser l'Apennin, il combattit avec gloire et succès à *Fornoue* avec 9000 hommes contre 40,000.

La mort de *Charles le Téméraire*, tué devant Nancy, en 1477, avait complètement anéanti les dernières influences des grands seigneurs féodaux. Les troupes françaises n'avaient plus d'autres chefs que leur souverain, et la noblesse, dont tant de luttes intestines avaient surexcité l'instinct guerrier, ne respirait que la guerre extérieure.

Louis XII, qui forma une branche de Valois-Orléans, prit les rênes de l'État en 1498 et se distingua par ses vertus et les grandes réformes qu'il fit dans l'administration civile et militaire. Il supprima le droit de sac pour les troupes en leur assurant une solde régulière et maintint parmi elles une discipline sévère. Sous son règne, la première arme à feu maniable, l'arquebuse à crochet, fit son apparition dans l'armée française.

Il tenta aussi de conquérir le royaume de Naples, mais quoique son armée fût aguerrie, disciplinée et bien dirigée, elle rencontra pour adversaire les

troupes espagnoles commandées par Fernand de Cordoue, *le grand capitaine* qui venait de relever l'art de la guerre de la prostration où il était tombé, en généralisant l'usage des armes à feu et en formant d'excellents généraux par son exemple.

Avec Louis XII s'éteignirent les derniers restes de la monarchie féodale.

François I[er] occupa le trône en 1515 : ses vingt ans, sa figure martiale, son caractère chevaleresque, sa valeur, ses penchants belliqueux et d'autres bonnes conditions donnèrent lieu de croire qu'avec une armée aussi puissante qu'était alors l'armée française, il allait faire de grandes conquêtes et établir sa suprématie en Europe. C'est ce qui serait arrivé inévitablement si ce souverain et ses armées n'avaient pas eu à combattre l'empereur d'Allemagne, Charles-Quint, Charles I[er] d'Espagne et les invincibles *tercios* espagnols avec leurs fameux généraux.

Les deux monarques avaient des prétentions égales à la domination : tous deux voulaient rétablir l'empire germanique ; mais le ciel voulut que François I[er] fût vaincu, au point qu'il fut obligé de rendre son épée à un soldat espa-

gnol (1), dans la première des quatre guerres qu'il fit à l'empereur Charles, à la bataille de Pavie, livrée le 24 février 1525. Le roi, prisonnier, fut envoyé à Madrid et enfermé dans la tour de Lujan pendant qu'on traitait de sa rançon.

François était inconstant et sensuel, suivait toujours son premier mouvement et n'était pas fort scrupuleux pour tenir ses engagements. Néanmoins ce fut le plus puissant monarque qu'ait eu la France jusqu'à cette époque, puisqu'il domina à la fois le clergé et le parlement.

Il fit plusieurs réformes importantes dans l'armée : Ayant reconnu la supériorité de l'infanterie à la bataille de Marignan, en 1515, il institua les légions, qui étaient des corps nationaux de cette arme. De son temps, l'effectif de chaque lance fut porté à huit hommes avec ses gendarmes.

Son règne fut celui de la renaissance des arts. Il les protégea ainsi que les sciences et les lettres, qu'il cultivait lui-même avec succès.

Henri II, fils de François Ier, prit le sceptre en 1547. Sous son règne, la France fit la guerre

(1) D'après certains documents ce serait un homme d'armes ; Diégo d'Avila, selon d'autres Juan d'Orbieta.

à l'Espagne dans ses possessions d'Italie et des Flandres, ainsi qu'à l'Angleterre, à laquelle elle reprit Calais. La guerre civile commença entre les partis politiques et religieux qui divisaient la France.

La fameuse bataille de Saint-Quentin fut livrée pendant le mois d'août 1557. Elle fut gagnée sur le connétable de Montmorency par les Espagnols, commandés par Emmanuel-Philibert, duc de Savoie.

Le traité de Cateau-Cambresis, surnommé la Paix malheureuse, fut conclu, et la France abandonna 189 villes et châteaux à l'Espagne (pour s'assurer la possession des 3 évêchés et reprendre Saint-Quentin).

Les courtisans, dont la tenue était fort relâchée sous le règne précédent, en prirent une plus régulière et augmentèrent d'autant leur considération, ce qui contribua à l'adoucissement des mœurs. Ils présidaient les joûtes, les fêtes et les tournois. C'est dans un tournois que Henri II fut tué.

D'après plusieurs auteurs, l'institution des dragons serait due à ce monarque. Un historien en fait honneur à Henri III. Quoi qu'il en soit,

ce fut une imitation d'un corps de cavalerie qui existait déjà en Espagne. On les appela *arquebusiers à cheval*, et ils avaient pour armes l'arquebuse et l'épée.

Du temps de Henri II, la plupart des fantassins étaient armés de longues piques, et comme les arquebuses étaient si imparfaites que leur feu était très-peu efficace, ils se formaient sur une grande profondeur, afin de mieux résister au choc de la cavalerie; ils avaient pour cela l'exemple des Suisses, fantassins des plus renommés qui se battaient en colonnes profondes.

François II fut proclamé roi en 1559. Afin de mieux atteindre leur but, la plupart des chefs de parti s'appliquèrent à donner un caractère religieux à leurs dissensions politiques. François II abolit les tournois dès le commencement de son règne.

Charles IX prit les rênes de l'État en 1560. Les guerres de religion, qui étaient extrêmement cruelles, continuèrent, et, le 24 août 1572, eut lieu l'horrible massacre de huguenots connu sous le nom de *Saint-Barthélemy*. *Catherine de Médicis*, mère du roi, l'avait préparé afin d'éloigner de son fils toute autre influence que la sienne. Il y eut

plus de dix mille protestants égorgés dans Paris et plus de soixante mille dans les provinces.

Les plus célèbres capitaines succombèrent dans ces luttes de partis et dans la guerre que l'on soutenait contre l'Espagne et l'Angleterre.

Henri III commença à régner en 1574. Les discordes armées sur le dogme continuèrent entre les ligueurs et les protestants, en même temps que les querelles politiques des grands du royaume et la guerre avec l'Espagne. Henri rendit l'*Ordonnande de Blois*, qui supprimait la noblesse conférée par les fiefs, dernier coup porté au pouvoir féodal. Le 1er août 1589 il fut assassiné par le moine Jacques Clément; mais avant de mourir il reconnut pour successeur le roi de Navarre, qui prit aussitôt le nom de Henri IV.

Ce souverain, qui fut le premier roi de France de la maison de Bourbon, descendait d'un fils de saint Louis. Il était protestant, mais il combattit avant de souscrire à l'abjuration que voulaient lui imposer les grands du royaume. Il fut en guerre avec l'Espagne, l'Angleterre, le Piémont, la Savoie et les armées protestantes d'Allemagne ; les luttes antérieures continèrent avec le même acharnement pendant les premières années de son règne ; elles

redoublèrent même quand les ligueurs eurent reconnu pour leur roi le cardinal de Bourbon, sous le nom de Charles X. Henri vainquit la ligue et termina les guerres civiles, avant de lancer la France et l'Europe dans la voie de leurs nouvelles et brillantes destinées.

La régularité de son administration fit disparaître le désordre des finances et amena la diminution des impôts. Il s'appliqua spécialement à protéger l'agriculture, les arts et les métiers. Les lettres, les sciences et le commerce se développèrent à l'envi. Henri permit au théâtre et à la presse de critiquer les mauvaises mœurs, bien qu'il ne donnât pas lui-même l'exemple d'une vie régulière par ses galanteries envers ses maîtresses. Après avoir fait trente ans la guerre et livré trois batailles, cent quarante combats, soutenu trois cents siéges, selon quelques auteurs, il ne négligea rien de ce qui pouvait produire la prospérité de son peuple, en lui accordant repos et bien-être.

C'est à peine si l'on peut compter quelques soldats étrangers dans ses armées ; il préférait les troupes bien payées aux milices féodales. Il établit la discipline sur des bases solides et releva le prestige de la milice, en augmentant la solde et

les récompenses de toutes les classes de troupes. Il créa une école militaire pour les fils de famille pauvres. Il établit des règlements théoriques sur l'art de la guerre et les fit mettre en pratique par des corps permanents de 7,000 hommes. Il augmenta l'artillerie et organisa son administration. Il fit faire des progrès à la science des ingénieurs, dans l'attaque et dans la défense aussi bien que dans la construction des places fortes. C'est lui qui le premier a donné aux deux grandes spécialités du génie et de l'artillerie l'importance qu'elles ont aujourd'hui. Il porta l'effectif de l'armée française à 101,000 hommes, en donnant un plus grand ascendant à l'arme de l'infanterie par l'enrôlement d'un grand nombre de nobles auxquels la réduction de leur fortune ne permettait plus de faire les dépenses nécessaires pour la cavalerie. Cette dernière arme avait beaucoup décliné ; elle était devenue d'une pesanteur extrême, et le petit nombre de gendarmes qui la composaient portaient des armures capables de résister aux projectiles lancés par les arquebuses. Sous Henri IV, les cavaliers abandonnèrent la lance, qui était tombée en désuétude depuis l'abolition des tournois. Il imagina les réserves, avec lesquelles il ne craignait

pas de se tenir sur la défensive, et se mettait souvent à leur tête, démontrant ainsi qu'il avait au plus haut point le talent de l'homme de guerre. Il prit des mesures pour assurer à l'avance l'entretien de ses forces en campagne.

Il y a des auteurs qui le considèrent comme ayant été, en réalité, l'auteur de l'ordre de bataille. Henri IV fut donc un excellent capitaine et un brave soldat en même temps qu'il était bon législateur et le père de ses sujets. Sous son règne, l'art militaire et la civilisation avancèrent à l'unisson. Il ne sera pas hors de propos de faire remarquer que le duc de Sully, guerrier renommé par ses talents, devenu ministre, introduisit dans les finances les réformes les plus utiles, ce que n'avaient pu faire d'autres personnages appartenant à l'ordre civil. A la vérité, Henri IV ne put venir à bout de faire disparaître l'influence prépondérante que Philippe II avait exercée dans presque toute l'Europe par la bravoure de ses troupes et le talent de ses généraux.

Louis XIII fut couronné en 1610, et soutint pendant un long règne de trente-trois ans des guerres longues et dispendieuses à l'intérieur et à l'extérieur : il finit la lutte contre les protestants

et eut pour adversaires l'Autriche, l'Espagne, l'Angleterre et l'Italie.

Le cardinal *de Richelieu*, son premier ministre, augmenta l'ordre qui avait été établi dans l'administration de l'État en lui donnant de la force et de la stabilité; il restaura le crédit de la France en Italie, en Allemagne, dans les Pays-Bas et en Suisse; et quoiqu'il n'ait pu vaincre l'Espagne et l'Autriche, ces deux puissances trouvèrent en lui un adversaire redoutable qui vint à bout de détruire l'ascendant de la maison d'Autriche. Il protégea constamment les sciences et les arts; fonda l'Académie française, l'Imprimerie royale et le Jardin des Plantes. Il créa les ambassades permanentes, qui ouvrirent un vaste champ à l'art de la diplomatie, et porta la force de l'armée française à 150,000 fantassins, 30,000 cavaliers et 100 vaisseaux de guerre : avant lui il n'y avait pas de marine royale.

Le nombre des armes à feu fut beaucoup augmenté; la cavalerie supprima ses armures, s'organisa par régiments et réduisit l'épaisseur de sa formation de combat; l'infanterie diminua la profondeur de son ordre de bataille, les commandants principaux prirent le titre officiel de généraux;

la dignité de connétable, supprimée par Louis XIII, avait été substituée à celle de sénéchal, qui elle-même avait remplacé celle des maires du palais.

La France abattue retrouva toute son énergie au contact d'un grand homme, le cardinal de Richelieu. Prélat éminent, il fut le premier gouverneur du royaume, généralissime des armées du roi, dirigea en personne diverses expéditions militaires et en particulier le siége de La Rochelle, dont la prise annula le protestantisme comme parti politique. D'un autre côté, il rendit la monarchie absolue en faisant tomber sur l'échafaud la tête des grands seigneurs qui voulaient lui faire de l'opposition, et ferma les États-généraux.

Louis XIV monta sur le trône en 1643, sous la régence de sa mère, Anne d'Autriche. On connaît la splendeur de son règne et le rang qu'il donna dans le monde à la France. Ses ministres Mazarin et Colbert continuèrent l'œuvre de Richelieu; leur administration donna les meilleurs résultats, bien qu'il y ait eu des luttes de partis à l'intérieur. L'armée acquit de bonnes conditions et l'esprit guerrier se réveilla après la bataille de Rocroy, gagnée en 1643 par un jeune prince encore imberbe, Louis de Bourbon, alors duc d'Enghien,

connu depuis sous le nom de *grand Condé*. 4000 cavaliers français obtinrent le dessus sur les Espagnols et y défirent leur infanterie, réputée jusqu'alors invincible. C'est de cette époque que datent les grands succès des armes françaises. Louis XIV fut en guerre avec l'Allemagne, l'Espagne, l'Angleterre, l'Italie, la Hollande, la Suisse et la Turquie, et la première moitié de son règne, qui fut long, fut signalée par de grands avantages. La célèbre bataille des Dunes, entre Nieuport et Dunkerque, gagnée en 1658 sur les Espagnols, décida la paix des Pyrénées. La paix de Nimègue, faite en 1678, donna à la France la Franche-Comté et une partie de la Flandre, des territoires et des places fortes.

Louis XIV se dévoua avec une sollicitude constante à l'organisation de l'armée, et lui imposa une discipline sévère.

La puissance française parvenue à son apogée, Louis voulut qu'on exécutât par toute la terre les décisions des *chambres de réunion* qu'il avait constituées pour rechercher les places qui lui appartenaient. Il soutenait ses droits avec l'or et avec ses armées, qui arrivèrent à un effectif de 400,000 hommes et de 230 navires de guerre.

Prince guerrier, Louis XIV commanda plusieurs fois ses troupes en personne. Son activité était extrême ; il était infatigable au travail. D'une ambition sans bornes, ennemi surtout de la puissance espagnole, il fit tous ses efforts pour dominer l'Europe. Il devint si infatué de ses victoires, qu'il en vint à croire que Dieu accorde aux rois le don d'une intelligence supérieure à celle des autres hommes, et que l'État c'était lui.

Pour donner un témoignage de sa foi catholique, il révoqua l'Édit de Nantes (1685), laissant seulement quinze jours aux ministres protestants pour sortir du royaume et ordonnant que tout culte extérieur particulier serait interdit aux religionnaires. 50,000 familles françaises s'expatrièrent ; on comptait parmi elles beaucoup d'artistes et d'ouvriers.

Louis XIV commençait à vieillir ; des soins de toute sorte, les guerres qu'il soutint, son amour de l'étude, son application à résoudre les affaires par lui-même, les plaisirs de l'amour avaient fait déchoir son intelligence ; ses nombreux ennemis, instruits par les leçons qu'ils avaient reçues des capitaines français de premier ordre, étaient devenus habiles dans l'art de gouverner ; les succes-

seurs de Mazarin, Colbert, et *Louvois*, le grand organisateur militaire, furent des hommes d'une capacité médiocre : il en résulta que les affaires prirent une tournure des plus défavorables pendant les derniers jours, et que le désordre s'introduisit dans les finances. Il y eut disette de numéraire ; les troupes perdirent leur discipline et leur bonne administration ; la faveur donna le commandement des armées ; on vit figurer à la tête des corps des jeunes gens imberbes ; les capitaines devinrent propriétaires et fournisseurs de leurs compagnies ; les généraux les plus renommés de Louis passèrent dans les rangs de ses adversaires ; l'agriculture tomba dans l'abandon.

Ces causes firent changer la fortune, et la prospérité de l'Etat commença à décliner. *Hochslett* où les Français perdirent 30,000 hommes, fut leur première défaite ; d'autres suivirent, entremêlées de quelques victoires. Déjà le roi avait été obligé de demander la paix et de conclure le traité de *Ryswick,* par lequel il avait restitué plusieurs territoires et places fortes. La paix de Ryswick fut aussi onéreuse à Louis XIV que celle d'*Aix-la-Chapelle* en 1668, et celle de Nimègue, dix ans plus tard, lui avaient été avantageuses.

Les nations alliées abandonnèrent le monarque français dès qu'elles virent les revers commencer; et Louis, après avoir perdu les grandes batailles de Ramillies et de Malplaquet, ne put empêcher ses adversaires commandés par Marlborough d'envahir une partie de son territoire et de menacer jusqu'à sa demeure royale.

La France avait détruit le pouvoir colossal fondé par Charles Ier d'Espagne, l'empereur Charles-Quint, mais à son tour elle se vit humiliée, réduite à ses anciennes limites et obligée de se soumettre aux conditions les plus dures. Ce fut l'Angleterre qui, craignant de trop grandir l'empereur aux dépens de la France, parvint à faire conclure en 1713 le traité d'Utrecht par lequel Louis perdait plusieurs places. C'est à cette date que remonte l'injure qui pèse sur l'Espagne d'avoir reconnu Gibraltar comme colonie anglaise : mais pour mettre fin à une guerre ruineuse, le monarque français obligea le roi d'Espagne son petit-fils à subir cet affront.

Louis XIV s'appliqua pendant tout son règne à soigner l'organisation et l'instruction de l'armée. Il ordonna des études professionnelles qui n'avaient pas été faites jusque-là, et créa dans ce

but des colléges de cadets qui ont été le principe de l'Ecole de Saint-Cyr telle qu'elle existe aujourd'hui : il fit des règlements et des ordonnances en vertu desquels on pouvait parvenir aux grades supérieurs, sans distinction de personnes ni de classes sociales ; il affermit la discipline et monta sur des bases solides l'administration militaire, en nommant des inspecteurs généraux des troupes. Il institua l'ordre de Saint-Louis pour récompenser le mérite militaire, et fit bâtir l'hôtel des Invalides.

On donna un uniforme distinct aux soldats. Le costume que les Espagnols nomment *à la Chamberga*, provient du général Schomberg qui avait le plus contribué à établir l'uniforme de l'armée française.

L'art de la guerre fit de grands progrès. La bayonnette inventée à Bayonne fut perfectionnée par La Martinière, officier dans l'infanterie française. On adopta la cartouche inventée par le roi de Suède Gustave-Adolphe. Le ministre de la guerre Louvois créa en 1671 le premier régiment d'infanterie qui ait porté la bayonnette au bout du fusil. On lui donna le titre de régiment royal d'artillerie, après l'avoir appelé d'abord corps des fusiliers du



Roi. En 1703, d'après le conseil de Vauban, les piques et les mousquets furent abandonnés et toute l'infanterie fut armée du fusil, Cette réforme fut adoptée par toutes les armées de l'Europe. On créa des compagnies de grenadiers; les milices furent instituées pour assurer, en paix comme en guerre, le recrutement de l'armée permanente. Un certain nombre de compagnies d'infanterie ou d'escadrons de cavalerie réunis, formaient un bataillon. L'infanterie réduisit à quatre rangs la profondeur de sa ligne de bataille; la cavalerie au même nombre et même à trois. L'artillerie acquit beaucoup de mobilité, et parut en plus grand nombre sur les champs de bataille. On détermina les fonctions de chaque grade de la hiérarchie militaire.

On établit des camps d'instruction, et le dépôt de la guerre fut institué pour conduire les opérations des armées d'après les règles de la science militaire sur des cartes et plans qui y étaient conservés.

La marine fut considérablement augmentée; on livra sur mer des combats mémorables et nombreux, et les armées françaises furent toujours sur un pied respectable.

aiguille) de mécanismes à mouvement horizontal (dans la direction de l'axe longitudinal). La cartouche spéciale (avec l'amorce) ne fut pas employée parce que tous les modèles étaient reliés d'une manière plus ou moins compliquée à des platines à percussion ordinaires. On renonçait ainsi d'avance à l'un des principaux avantages du système prussien et l'on voulait seulement obtenir une arme qui se chargeât par la culasse d'une manière commode et avec une fermeture solide en employant le mode de percussion ordinaire.

Mais ce problème plus modeste ne fut lui-même résolu d'une manière à peu près satisfaisante que par un seul des modèles essayés (d'après le système obturateur décrit plus loin). Il faut donc reconnaître que le premier mérite des épreuves russes, d'ailleurs très-intéressantes en elles-mêmes, est d'avoir constaté de nouveau et de la manière la plus positive combien la plupart des nouveaux projets de ce genre ont peu de valeur au point de vue militaire. Nous donnons les renseignements suivants qui serviront d'exemple.

Une carabine à chargement par la culasse de *Lardinus* exigeait un chargement très-compliqué, rendu plus difficile encore par les débris du papier

étendu, en sorte que les principes sur lesquels est fondé actuellement l'art de la guerre furent accrédités par ces deux hommes éminents qui cessèrent de combattre le même jour, et par l'illustre Vauban qui créa le système de fortification usité pour la défense des places fortes. C'est à dater de cette époque que la théorie éclairée fut préférée à la pratique routinière. Feuquière, Puységur, Folard, Vauban, se distinguèrent comme auteurs militaires.

Il ne faudrait pas croire que Louis XIV, tout belliqueux et passionné pour la gloire des armes qu'il ait été, eût négligé d'illustrer son règne par des mesures législatives d'une extrême importance, par des monuments splendides et des ouvrages publics merveilleux, et de donner aux lettres, aux sciences et aux arts une impulsion rapide. Il fit rédiger les Codes civil, criminel, de commerce, colonial et autres. De son temps naquit le crédit public et le système des emprunts. Le ministre Colbert et le maréchal Vauban donnèrent une forme particulière à la science de l'économie politique. Louis XIV perfectionna l'art de la diplomatie, en le débarrassant du principe religieux qui avait dominé jusqu'à lui et entravé les progrès. Il

Fusil d'infanterie modèle 1841.

Résultats d'une épreuve de tir prussienne exécutée avec des écrans de papier mince échelonnés de distance en distance et nivelés.

Table 4.

Trajectoire pour	Ordonnées (hauteurs au-dessus de la ligne de mire) en pouces de 26,154 mm. à									
	100 pas	150	200	250	300	400	500	600	700	800
300	25,5	29,6	26,3	16,7	± 0	—	—	—	—	—
600	68,5	—	112,7	—	128	123,7	76,5	± 0	—	—
800	101	—	187	—	237	271	244	108	76 (*)	± 0
pas de 7[illegible]										

(*) Anomalie ou erreur d'observation.

ans, fut le mieux rempli de la monarchie. La France y conquit le premier rang en Europe par les armes et sa supériorité littéraire. Bien que les guerres qu'elle soutint aient été quelquefois injustes, elles assurèrent la stabilité du royaume en lui donnant de bonnes frontières. Il est indubitable qu'après être parvenu à l'apogée de sa puissance, la nation fut épuisée et perdit en considération ; car l'esprit guerrier et l'amour de la gloire s'affaiblirent, et le grand roi laissa un héritage hérissé de conflits, résultats de son orgueil et de son ambition de pouvoir absolu. Mais il avait ramené à l'égalité les grands, les militaires et le peuple, et légué des germes féconds de civilisation et de grandeur qui portèrent plus tard leurs fruits.

A la mort de Louis XIV, en 1715, Louis XV, son arrière-petit-fils, hérita de la couronne et il gouverna la France jusqu'en 1774. Il eut des guerres avec l'Angleterre, l'Autriche, la Russie, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, en Europe ; dans les possessions d'Amérique, aux Indes et en Afrique, sans compter quelques dissensions intérieures.

On créa l'École militaire et l'École des ponts et

Disposition de la hausse du fusil de fusilier prussien modèle 1860.

D'après l'instruction sur la manière de viser (bulletin de station) et les calculs du capitaine autrichien Andres.

Table 6.

Distance en pas de 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact. Pouces de 26,154 mm.	Angle de tir nécessaire.	Distance en pas de 75,32 cm.	Hausse prescrite.	Hauteur du point visé par rapport au point d'impact. Pouces de 26,154.	Angle de tir nécessaire.
100	Hausse fixe.	— 18	21′ 2″	500	Deuxième clapet hausse partielle	— 36	1° 29′ 7″
150		— 17	29′ 1″	550		— 9	1° 36′ 3″
200		— 8	37′ 6″	600		+ 36	1° 45′ 3″
250		± 0	42′ 6″	650	Deuxième clapet hausse totale.	— 60	2° 0′ 1″
300		+ 20	50′ 4″	700		— 12	2° 9′ 0″
350	Premier clapet.	— 24	1° 6′ 8″				
400		— 9	1° 12′ 3″				
450		+ 24	1° 21′ 5″				

Pour 800 pas et au-dessus on manque de données précises.

ment le bien du pays, mais qui malheureusement n'avait ni la fermeté de caractère, ni le génie nécessaire pour faire le bonheur du peuple, en contenant l'armée et en maintenant les droits du pouvoir royal. Tandis que la France, misérable à l'intérieur, n'inspirait aucun respect à l'extérieur, le luxe et les scandales de la cour insultaient à la misère publique. Montesquieu, Voltaire et Rousseau attaquaient dans leurs écrits les bases de l'ancienne société ; les classes moyennes et inférieures étaient pleines de ressentiments ; le roi mal conseillé ne voulait pas faire les concessions de réformes exigées par le temps et réclamées par le peuple. Les vices du vieil ordre social, accumulés depuis dix siècles, furent les vraies causes de la révolution qui ne fut qu'un fer rouge appliqué sur une plaie que la gangrène eût rendue mortelle, une saignée abondante qui régénéra le sang corrompu de la nation. Ce fut une guerre cruelle entre les grands pouvoirs de l'État représenté par le roi, la noblesse et le peuple. Le peuple demeura vainqueur. Mais ayant abusé à son tour de la victoire, il arriva un moment où le gouvernement constitutionnel fut fondé pour établir la paix et rapprocher les trois pouvoirs.

tance de 600 pas avec la cartouche à balle oblongue, (Il était auparavant, c'est-à-dire avec l'ancienne cartouche et la balle courte, de 2°35'30".)

Pour le modèle brunswickois les angles de hausse sont à 300 et 600 pas, d'après les données de M. le premier lieutenant *Siemens* : 42' et 1°31' (dans l'écrit précité de M. Siemens on donne il est vrai 1°41', mais cela provient d'une faute d'impression). Les trajectoires de cette arme seraient donc encore un peu plus tendues que celles du modèle prussien original.

M. J. de *Wittenburg à Gœrlitz* a déterminé de la manière suivante les angles de hausse de la *carabine à aiguille* prusienne *modèle* 1854 (par l'examen de deux armes de cette espèce) :

pour	300	500	700	1000 pas
carabine n° 1.	51'	1°12'	2°0'	3°0'
carabine n° 2.	50'	1°23'	2°16'	3°11'.

M. de Wittenburg a trouvé les angles de ces carabines, pour 100 et 200 pas, sensiblement plus grands que ceux fournis par les modèles de fusil précédents, mais nous faisons abstraction de ces nombres, attendu que pour de si petits angles il est difficile de garantir l'exactitude des mesures prises.

le pied sur le sol de la France, et régna moins d'un an. Le 30 mai il avait signé le traité de Paris et avait perdu d'un trait de plume les riches conquêtes faites par la nation pendant vingt ans au prix des plus lourds sacrifices et payées du sang des braves. Cette convention livrait aux alliés 53 places fortes avec leurs approvisionnements, 43 vaisseaux de ligne et des milliers d'armes. A ces pertes il faut joindre l'abandon de l'île de Malte, cédée à perpétuité aux Anglais, et la colonie de Saint-Domingue qui avait conquis son indépendance en 1801.

Le roi aurait eu bonne envie de rétracter ce qu'il avait promis en faveur des libertés du peuple, mais il ne put faire autrement que d'octroyer à Saint-Ouen la charte constitutionnelle dont le premier article garantissait pour la première fois aux Français l'égalité devant la loi.

Le 1er mars 1815, Napoléon débarqua à Cannes, ayant avec lui moins de mille soldats, mais tous braves et dévoués. Le 20, il entrait à Paris et restaurait l'Empire. Mais le 18 juin, cent jours après qu'il avait remis le pied sur le sol de la France, il perdit la grande bataille de Waterloo, et le 22 du même mois, il abdiquait une seconde et dernière

Les libertés populaires furent rétablies, et bien qu'il y ait eu constamment des luttes et des discussions entre les partis, la fermeté et la sage politique du monarque tinrent en respect le parti républicain et le parti absolutiste ou légitimiste.

Si l'on excepte la guerre d'Algérie terminée par la conquête de tout le territoire de l'ancienne régence, et la prise d'Abd-el-Kader, on eut la paix à l'extérieur; et c'est grâce à elle, grâce aussi à la modération et à l'habileté du gouvernement de Louis-Philippe, que les germes de richesse et de science créés par la révolution et l'empire purent se développer. L'agriculture, l'industrie, les lettres, les sciences et les arts parvinrent à une grande prospérité. L'organisation de l'armée reçut des améliorations notables; et l'art de la guerre fut maintenu à l'élévation où l'avait porté Napoléon Ier. L'école pratique permanente de l'Algérie fournit des généraux illustres dès lors, et qui devaient le devenir encore davantage; les troupes avaient une excellente discipline; la milice occupait un rang distingué dans la société, car les jeunes gens des meilleures familles et les propres fils du roi avaient fait les études imposées au reste de la nation, et commencé leur brillante carrière par remplir les em-

Charles X monta sur le trône en décembre 1824, et s'occupa constamment de restreindre les droits du peuple, si bien que le 25 juillet 1830, il publia une ordonnance royale qui abolissait la liberté de la presse, renvoyait la chambre des députés, et reformait son système d'élection. Les masses populaires dont l'exaspération était au comble furent transportées de fureur; Paris s'insurgea le 27; on nomma un gouvernement provisoire, et Charles X cessa de régner après avoir abdiqué le 2 août.

Sous son règne, la France s'était battue contre les Turcs en faveur de l'indépendance de la Grèce, et avait déclaré la guerre au dey d'Alger. La conquête de l'Algérie avait été commencée par la prise de la ville d'Alger en juillet 1830.

Les lettres, les arts et les autres branches de l'ordre social et politique ne firent aucun progrès ou très-peu; l'État, sous le rapport de ses relations extérieures, était constamment subordonné aux vues des grandes puissances qui avaient formé la triple (sainte) alliance.

Le 9 août, le *duc d'Orléans* accepta la couronne qui lui fut offerte par les chambres, et commença une nouvelle dynastie sous le nom de *Louis-Philippe* Ier.

la vitesse initiale doit être de 945 pieds = 296,6 m. pour les fusils et de 935 pieds = 235,5 m. pour les carabines, ce qui néanmoins ne s'accorde pas bien avec les données précédentes. La vitesse initiale de la balle oblongue est en tout cas plus grande ; nous manquons ici d'épreuves qui nous soient propres.

Cette table 7 provient évidemment de la même source prussienne que les données précédentes de M. le capitaine Schœn ; ce dernier nous a donné comme écarts « moyens quadratiques » les mêmes qui sont donnés ci-dessus comme écarts « moyens. » Nous ne pouvons décider laquelle de ces deux dénominations est la bonne, mais cela importe peu ; car lors même qu'on augmenterait les nombres précédents dans la proportion de 546 : 707, c'est-à-dire d'environ $1/4$, pour leur donner les valeurs des écarts quadratiques (h et k), ces valeurs resteraient encore si petites que leur conséquence nécessaire serait toujours une précision remarquable de l'arme éprouvée.

La grande certitude de touc[illegible]e but avec le fusil à aiguille n'est pas d[illegible] cienne balle avait, malgré s[illegible] courbe, une grande stabilité ga[illegible]

plois des grades inférieurs. Cet exemple, qui ne s'était pas encore vu jusque-là, contribua à maintenir l'esprit d'émulation pour les sciences militaires, sur les bases solides posées par l'empereur.

Une nouvelle révolution éclata dans Paris le 24 février 1848, au sujet de quelques restrictions que Louis-Philippe avait imposées aux libéraux avancés. Ce souverain avait à ses ordres une armée brave et nombreuse. Ses enfants étaient auprès de lui, et il aurait pu facilement réprimer l'insurrection ; mais il eut la grandeur d'âme de ne pas vouloir verser le sang français, et abdiqua sans résistance. Le peuple triomphant ne voulut pas reconnaître le nouveau roi qui était mineur, et proclama la république.

Au mois de juin, le général *Cavaignac*, chef du pouvoir exécutif, étouffa par les armes une terrible rébellion de la démagogie. Paris et la France durent leur salut au sang de l'armée prodigué pour leur défense.

Le 10 décembre suivant, le prince Louis-Napoléon fut élu président de la république, et le 2 décembre 1852, il fit le coup d'Etat, dont le résultat fut de le faire proclamer empereur sous le nom de Napoléon III.

rigés dont la rotation est défectueuse arrrivent en général aux distances comprises entre 300 et 400 pas dans une position transverse et échappent à l'observation aux distances plus grandes. En revanche, 90 °/° des balles, c'est-à-dire toutes celles qui reçoivent une direction normale par suite d'un fonctionnement correct du sabot, décrivent des trajectoires très-régulières, ce qui explique la petitesse des valeurs moyennes de la dispersion.

Comme preuve de la grande certitude de toucher avec le fusil d'infanterie modèle 1841, nous citerons ce fait appuyé sur des observations certaines, que des hommes exercés (2me classe de l'année) d'un bataillon d'infanterie prussien ont mis à 750 pas 62 °/° de leurs coups dans une cible de 2,5 m. de haut et de 5 m. de large et cela sur un terrain inconnu et en estimant la distance à vue d'œil.

La tension des trajectoires est devenue, comme cela ressort des tables ci-dessus, beaucoup plus grande par l'introduction de la balle oblongue. Si l'on n'est pas encore arrivé aux trajectoires des balles de l'Allemagne du Sud, il n'en est pas moins vrai que les armes russes et plus encore les armes françaises et italiennes sont fort au-dessous des

ces, les arts, le commerce, l'agriculture et l'industrie, et donne une impulsion rapide et efficace à tout ce qui peut contribuer au bien être de toutes les classes de la société, et spécialement de celles qui sont le moins avantagées.

Il a relevé la puissance et le prestige du nom français dans toute les parties du monde ; il a uni les Principautés danubiennes, est intervenu par les armes en Syrie, a conquis la Lombardie, agrandi la France en lui donnant Nice et la Savoie ; il protége le Souverain-Pontife ; il a amélioré ses possessions de l'Inde, obtenu la prépondérance en Chine et au Japon, fondé un empire en Cochinchine, mis sous sa protection l'île de Madagascar, qui forme avec la Nouvelle Calédonie un système commercial et politique d'outre-mer ; il fait la guerre au Mexique. L'Empire français est la clef de voûte de la paix de l'Europe.

(*La suite au prochain numéro.*)

les trajectoires et les dispersions des armes prussiennes, auxquels nous joignons tous les autres documents que nous possédons.

1° Les divers modèles des fusils et des carabines prussiens fournissent avec la cartouche à balle oblongue des trajectoires assez semblables au moins, jusqu'à la distance de 1000 pas.

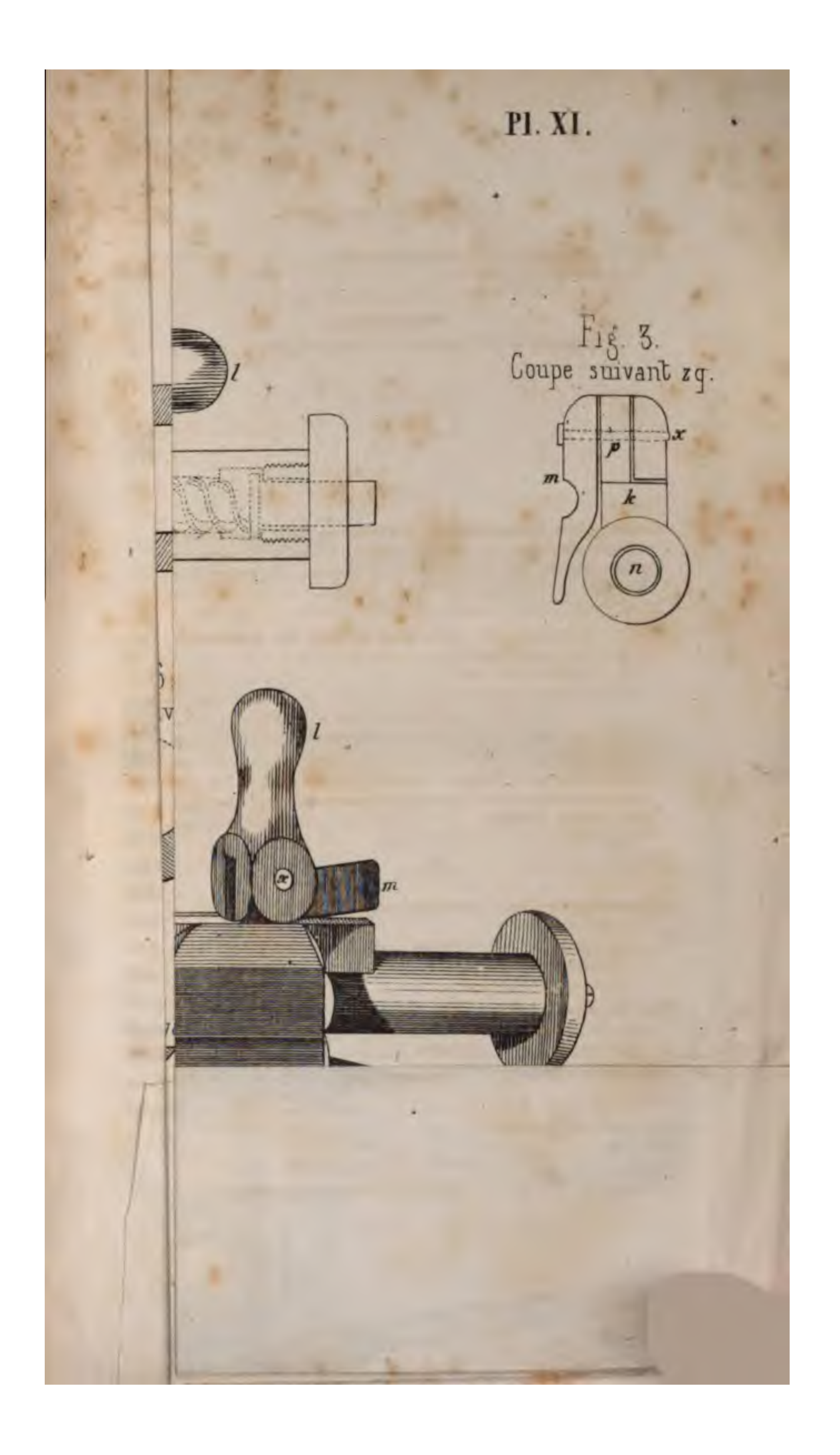
2° On peut donc, pour comparer plus commodément toutes les armes de ce genre aux autres systèmes européens, comprendre tous les modèles prussiens sous le type « Fusil à aiguille » et exprimer l'ensemble de leurs résultats par les nombres suivants :

Résultats moyens du fusil à aiguille prussien.

Table 8.

Distance en pas de 75 cm.		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Mètres.		75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
Angle de hausse (Minutes)	a.	21'	34'	48,8'	65,4'	83,8	104'	126'	149,8'	175,4'	202,8'
	b.	(20')	(30')	(42.4')	(57,2')	(74,4'	(94')	(116')	(140.4')	(167.2')	(196,4'
Rayon du cercle contenant la moitié des coups en cm.		6	12	19	27	36	46	57	69	82	96

donne lieu à plusieurs difficultés et ne peut être employée en conséquence que par comparaison ; nous pouvons garantir au contraire que la table 4 mérite une confiance particulière comme ayant été établie par un connaisseur des plus compétents.


Fig. 3.
Coupe suivant zq.
x
p
m
k
n
l
l
x
m

aiguille) de mécanismes à mouvement horizontal (dans la direction de l'axe longitudinal). La cartouche spéciale (avec l'amorce) ne fut pas employée parce que tous les modèles étaient reliés d'une manière plus ou moins compliquée à des platines à percussion ordinaires. On renonçait ainsi d'avance à l'un des principaux avantages du système prussien et l'on voulait seulement obtenir une arme qui se chargeât par la culasse d'une manière commode et avec une fermeture solide en employant le mode de percussion ordinaire.

Mais ce problème plus modeste ne fut lui-même résolu d'une manière à peu près satisfaisante que par un seul des modèles essayés (d'après le système obturateur décrit plus loin). Il faut donc reconnaître que le premier mérite des épreuves russes, d'ailleurs très-intéressantes en elles-mêmes, est d'avoir constaté de nouveau et de la manière la plus positive combien la plupart des nouveaux projets de ce genre ont peu de valeur au point de vue militaire. Nous donnons les renseignements suivants qui serviront d'exemple.

Une carabine à chargement par la culasse de *Lardinus* exigeait un chargement très-compliqué, rendu plus difficile encore par les débris du papier

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

Nous publierons prochainement un ouvrage admirable ayant pour titre :

TRAITÉ D'ARTILLERIE ET CUIRASSES

Par M. HOLLEY, ingénieur américain.

(Ordnance and Armor.)

Il s'est écoulé à peine quatre années depuis que la guerre entre l'artillerie et les cuirasses a pris une forme définie. Auparavant, les expériences et les discussions sur le sujet changeaient à chaque instant l'aspect de la question. Etait-il dans les vues politiques des grandes puissances maritimes de l'Europe, ainsi que des autorités de premier ordre l'ont affirmé, de retarder aussi longtemps que possible le développement des navires cuirassés, afin de s'épargner l'énorme déboursé qui était la première conséquence de l'adoption de cette nouvelle machine de guerre? Fallait-il l'excitation de la guerre des Etats-Unis pour ébranler l'esprit conservateur des gouvernements et faire aboutir les discussions entamées au parti qui devait en être la suite? C'est ce qu'il serait difficile de décider.

On n'a pas perdu de vue le fait originel que les Français se sont servis de batteries flottantes bordées en fer pendant la campagne de Crimée; mais quand la paix fut rétablie, on les laissa tomber dans un oubli apparent. Le lancement de la frégate cuirassée *la Gloire*, à Toulon, occasionna donc en Angleterre une surexcitation pareille à celle de l'*Ar-*

Le fusil à chargement par la culasse de l'armurier-de-régiment russe *Batmanoff* ne pouvait être maintenu en état de marcher qu'à l'aide d'un graissage abondant et continu et ses effets n'eurent rien de remarquable. Une carabine à chargement par la culasse vendue au gouvernement russe par l'Américain *Merill* fournit à la vérité des résultats satisfaisants ; mais à la condition des soins les plus minutieux dans la fabrication et d'un nettoyage fréquent de l'arme ; lors de la fabrication d'un grand nombre de carabines de ce modèle, on reconnut qu'elles étaient beaucoup trop compliquées, trop susceptibles et trop chères. Deux modèles français (dont l'un avait sa culasse mobile garnie d'un obturateur en caoutchouc) présentèrent aussi le défaut général d'une fermeture défectueuse, d'un amas de débris de papier, de crasse de poudre, etc. (1).

Quelque mérite et quelque valeur scientifique que nous accordions aux épreuves russes, la courte

(1) Nous ajoutons encore ici d'après notre propre expérience que les diverses armes anglaises à chargement par la culasse, nouvellement essayées en Allemagne, ont donné des résultats aussi peu satisfaisants tant à l'égard de la fermeture qu'à celui de la précision.

depuis le commencement de la question jusqu'au moment actuel, est arrangée dans un ordre convenable pour être consultée au besoin. Que de faiseurs de projets « de navires cuirassés imprenables » se seraient épargnés des heures d'angoisse et de fatigue en parcourant simplement ce chapitre!

Le chapitre troisième est consacré à la description des divers efforts que le canon est obligé de supporter par suite de la chaleur, de la pression et des vibrations qui sont la conséquence de la force d'explosion de la poudre. Toutes les autorités sur la matière, *Barlow*, *Treadwell*, *Longridge*, *Dahlgren* et autres, sont citées tout au long : en fait, ce chapitre est un ouvrage en lui-même; c'est un lexique complet sur ce sujet important. Le chapitre quatrième traite des divers métaux employés dans la fabrication des canons : fonte, fer forgé, acier et bronze sont discutés tour à tour avec soin. La section consacrée à la fabrication de l'acier est particulièrement intéressante. Elle embrasse les derniers perfectionnements introduits, y compris le procédé *Bessemer*, l'acier *Krupp*, etc., avec l'opinion des premières autorités sur leur application à la construction de l'artillerie. Le chapitre cinq contient une étude approfondie des diverses sortes de rayures et de projectiles. Chacune d'elles est expliquée avec une clarté telle qu'un écolier pourrait la comprendre. Le chapitre sixième explique la description de tous les appareils pour charger par la culasse, avec les avantages et les inconvénients qui les accompagnent.

La seconde partie est consacrée exclusivement à des expériences contre les cuirasses. Cette partie, qui est du plus grand intérêt, contient des dessins soignés de tous les blancs ou boucliers qui ont servi à faire les expériences. On donne, d'après des sources authentiques, des sections faites dans la cuirasse des principaux navires cuirassés de la France et de l'Angleterre. On explique tour à tour l'effet du boulet sur les différentes sortes de cuirasses, l'usage du

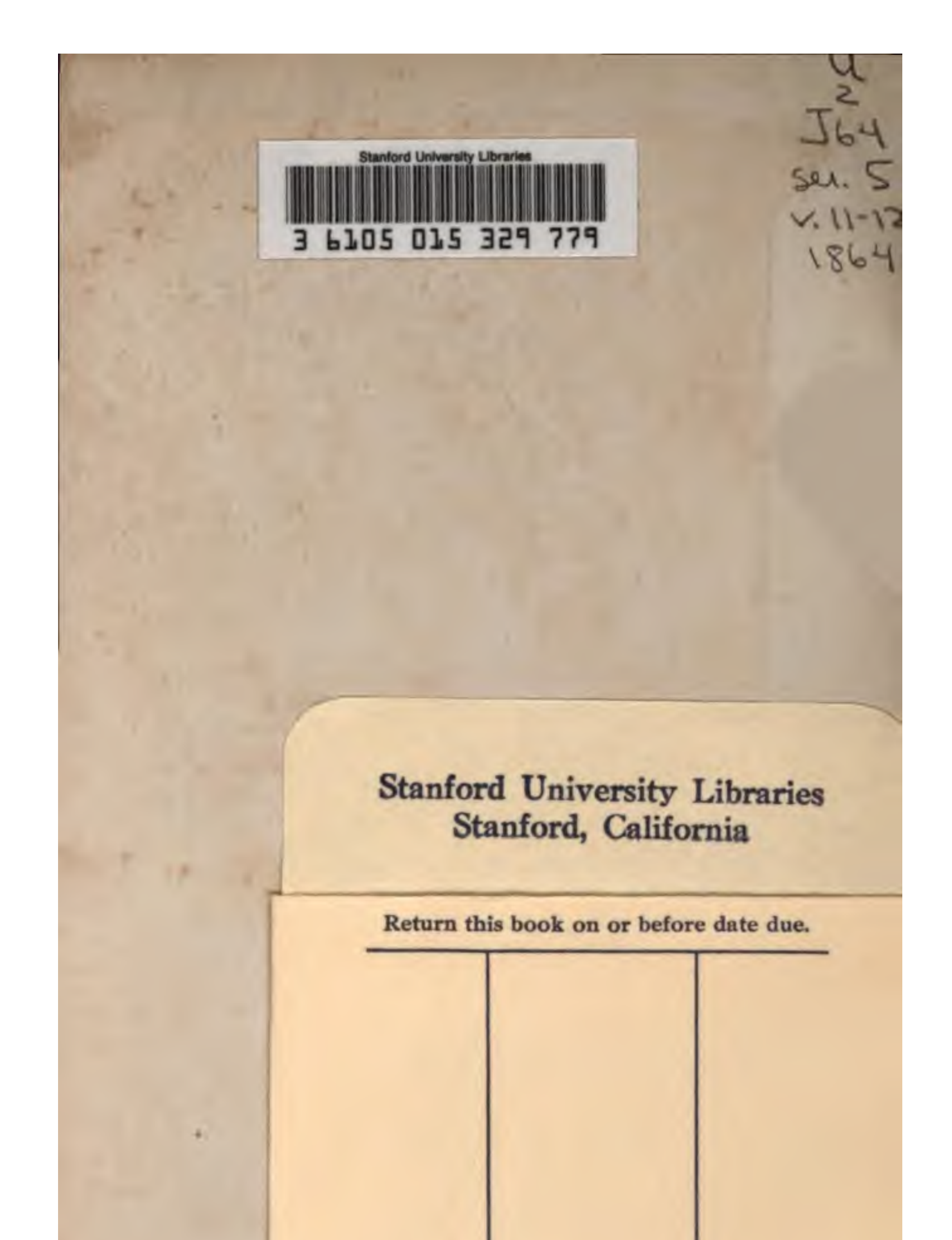
faibles. Au lieu d'employer ainsi un corps accessoire que l'on renouvelle (culot, tampon, etc.), on peut sans doute aussi (comme on l'a fait, par exemple, pour la culasse à coin de la nouvelle pièce de 4 prussienne) parfaire le mécanisme au moyen de l'élasticité d'une pièce *métallique* (anneau métallique élastique ou autre procédé analogue). Nous trouvons déjà depuis plusieurs années des constructions de ce genre dans les nouveaux fusils à chargement par la culasse, projetés en Angleterre et en Amérique. Une des armes *françaises* se chargeant par la culasse, éprouvées en Russie et citées plus haut, était également construite d'après ce principe : le fond de la chambre était formé d'un cylindre creux élastique en acier qui ne se montra toutefois pas assez solide. Les douilles en cuivre et en laiton des cartouches spéciales de *Lefaucheux* ont également leur place ici. Au lieu de ces douilles minces et un peu extensibles en métal laminé, on peut aussi placer tout simplement au fond de la cartouche un tampon de feutre graissé (comme avec les armes à chargement par la culasse de *Terry* et autres) afin de recouvrir les parties métalliques de la fermeture et de la rendre bien hermétique. L'idée de placer la poudre *entre deux*

Le *fusil-obturateur russe* (Pl. 11) est presque entièrement semblable, quant à ses formes extérieures, au *fusil rayé de tirailleur* M. 1856 (Pl. 1, fig. 10) ainsi qu'on peut le voir par la fig. 10 de la Pl. 11. Le poids de l'arme est de 12 liv. 18 sol. = 4 k. 992 gr.; il est donc compris dans la limite convenable pour un fusil de guerre destiné à un usage pratique (1).

Le calibre du canon est de 13,2 mm; il est donc moindre de 2 mm. que celui des nouvelles armes russes qui se chargent par la bouche et de 0,7 mm. que celui des fusils de l'Allemagne du Sud. Le nombre et la construction des rayures sont les mêmes que pour le fusil de tirailleur; il en est de même de la disposition de la platine avec de légères différences dans la forme des pièces. La mince baguette en acier est destinée principalement à nettoyer le canon, mais sert aussi, en cas de besoin, à repousser la charge en arrière.

L'union du canon et de la culasse qui y est

(1) Distance du centre de gravité à la bouche : avec bayonnette 28,5 pouces anglais, sans bayonnette 31 pouces — la position de ce point est donc plus favorable dans cette arme que dans le nouveau fusil de tirailleur dont le centre de gravité est éloigné de 26,75 et de 29,75 pouces de la bouche.


Stanford University Libraries
3 6105 015 329 779
Stanford University Libraries
Stanford, California
Return this book on or before date due.

